



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“«*SporTTec*» Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de Tenis de
Mesa del Club **BTY PERÚ TRUJILLO**, 2018”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE
SISTEMAS

AUTOR:

Bach. Cabrera Mejía, Everleen Luis Fernando

ASESOR ESPECIALISTA:

Ms. Ing. Ricardo Manuel Guevara Ruiz

ASESOR METODÓLOGO:

Dr. Hugo José Luis Romero Ruiz

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Infraestructura y Servicios de Redes y Comunicaciones

Trujillo – Perú

2018

Página del jurado

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don **Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía**, cuyo título es:

“«SporTTec» Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERÚ TRUJILLO, 2018”

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: (Número)..... (Letras).

Trujillo (o Filial).....de..... del 20....

.....
PRESIDENTE
Dr. Juan Francisco
Pacheco Torres

.....
SECRETARIO
Dr. Hugo José Luis
Romero Ruiz

.....
VOCAL
Ms. Ing. Ricardo
Manuel Guevara

Dedicatoria

A Dios, que me guía en los diferentes caminos de la vida, agradecido estoy; a mi familia que siempre me apoya y me quiere con amor incondicional a pesar de los diferentes problemas suscitados; a mis mejores amigos, compañeros y entrenadores del Tenis de Mesa.

A aquellas personas con las que disfruté momentos bellos en diferentes etapas de mi vida y a aquellas de las que aprendí muchas lecciones.

Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía

Agradecimiento

Muy en especial al Club de Tenis de Mesa
BTY PERÚ – Trujillo, a mis entrenadores y
compañeros, sin ellos esto no hubiera podido
ser trascendente.

Con altibajos, el alma mater no deja de ser
indispensable; agradecido quedo ante mis
Asesores y ante nuestro Director de Escuela,
líderes que estuvieron transmitiéndome
energía y motivación para lograr mis metas.

Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía

Declaratoria de autenticidad

Yo, Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía, con DNI N° 71883521, expreso con total seguridad y compromiso que el contenido de éste documento es de mi completa autoría, es verosímil y legítimo; esto a fin de consumir con el Cumplimiento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas mediante la resolución actual.

Al mismo tiempo me declaro responsable sobre la información presentada al indicar que la misma es de valor real y verdadero.

Bajo los estatutos institucionales de la Universidad César Vallejo, me dispongo a hacer frente por cualquier falsedad, mentira o falta de sustento del presente documento, así como por cualquier información adicional brindada como tal.

Bach. Cabrera Mejía, Everleen Luis Fernando
DNI N° 71883521

Presentación

Señores Miembros del Jurado:

A fin de cumplir con los requerimientos del reglamento de Grado y Título de la Universidad César Vallejo – Filial Trujillo, se presenta la Tesis titulada:

“«SporTTec» Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERÚ – Trujillo”

Teniendo como objetivo cubrir los requisitos para recibir el **Título de Ingeniero de Sistemas**.

Mediante ésta tesis se logró mejorar aspectos importantes para una buena ejecución de la técnica deportiva de tenis de mesa mediante datos obtenidos con tecnología Arduino. En sustento, el presente informe está conformado por los siguientes capítulos: introducción, método, resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos; mostrados más adelante.

Las habilidades adquiridas durante mi formación Académica Profesional en complemento con asesorías metodológicas y especializadas fueron útiles para la elaboración de ésta tesis, así mismo, la orientación de mis entrenadores conocedores del mundo tenimesístico nacional e internacional fue fundamental para concretar ideas, por último y no menos importante, la experiencia de mis compañeros tenimesistas aportó fidelidad al trabajo realizado.

Bach. Cabrera Mejía, Everleen Luis Fernando

DNI N° 71883521

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice	vii
Índice de tablas	x
Índice de imágenes	xii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1 Realidad problemática.....	18
1.2 Trabajos previos	23
I.I.I Teorías relacionadas al tema	28
1.1.1 International Table Tennis Federation – ITTF (ITTF, 2018)	28
1.1.2 Unión Latinoamericana de Tenis de Mesa - ULTM.....	30
1.1.3 Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa - FDPTM.....	31
1.1.4 Tenis de mesa	31
1.1.5 Técnica de tenis de mesa	32
1.1.6 TopSpin – ForeHand / BackHand	33
1.1.7 Sistema inteligente.....	34
1.1.8 Arduino.....	35
1.1.9 Tecnología ponible (wearable technology)	35
1.1.10 Psicología deportiva y madurez del tenimesista.....	36
1.1.11 Características del producto: “SporTTec” – Tecnología Deportiva.....	36
1.4 Formulación del problema.....	39
1.5 Justificación del estudio	39
1.6 Hipótesis.....	40
1.7 Objetivos	40
II. MÉTODO	41

2.1	Diseño de investigación	42
2.2	Operacionalización de variables.....	43
2.2.1	Variable Independiente:.....	43
2.2.2	Variable Dependiente:	43
2.3	Población y muestra	46
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	47
2.5	Métodos de análisis de datos	48
2.6	Aspectos éticos	48
III.	RESULTADOS	49
3.1	Flujo de caja y rentabilidad.....	50
3.2	Indicador I: Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.....	51
3.3	Indicador II: Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento.....	57
3.4	Indicador III: Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento.	62
3.5	Indicador IV: Precisión promedia de movimientos técnicos.	69
IV.	DISCUSIÓN	75
V.	CONCLUSIONES.....	80
VI.	RECOMENDACIONES	83
VII.	REFERENCIAS.....	86
	Referencias.....	87
	ANEXOS	91
1)	Diagrama de Ishikawa Causa – Efecto	92
2)	Árbol de problemas	93
3)	Árbol de soluciones	93
4)	Estudio de factibilidad.....	94
➤	Estructura de costos.....	94
➤	Beneficios del proyecto	98
➤	Análisis de rentabilidad	100
5)	Tabla de distribución normal T	105
6)	Tabla de distribución Chi-cuadrado	106

7) Instrumentos de recolección de datos	107
8) Club y evidencias	110
9) Tarjeta arduino y sensores	121
10) Matriz de consistencia	124
11) Acta de originalidad UCV según TurnItIn.....	126
12) Carta de aceptación de desarrollo de tesis BTY	127
13) Carta de aceptación de producto de tesis	128
14) Carta de felicitación por parte del club BTY	129
15) Traducción de resumen	130
16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”	132
17) Logos SporTTec	155

Índice de tablas

Tabla 1: Problemas identificados en la Realidad Problemática	22
Tabla 2: Presidente ULTM	30
Tabla 3: Representante peruano ULTM	30
Tabla 4: Variables y Operacionalización.....	44
Tabla 5: Indicadores	45
Tabla 6: Tenimesistas en estudio.....	46
Tabla 7: Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
Tabla 8: Flujo de caja	50
Tabla 9: Rentabilidad.....	51
Tabla 10: Prueba de normalidad para Indicador I	52
Tabla 11: Tipos de pruebas estadísticas	53
Tabla 12: Porcentajes promedios de buenos movimientos realizados en el entrenamiento	54
Tabla 13: Comparación de resultados - Indicador I	56
Tabla 14: Prueba de normalidad para Indicador II.....	58
Tabla 15: Tipos de pruebas estadísticas	59
Tabla 16: Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento.....	59
Tabla 17: Comparación de resultados - Indicador II.....	62
Tabla 18: Prueba de normalidad para Indicador III.....	64
Tabla 19: Tipos de pruebas estadísticas	64
Tabla 20: Tabla de doble entrada para conteo de cambios.....	65
Tabla 21: Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento.....	66
Tabla 22: Comparación de resultados - Indicador III.....	68
Tabla 23: Prueba de normalidad para Indicador IV	70
Tabla 24: Tipos de pruebas estadísticas	71
Tabla 25: Precisión promedia de movimientos técnicos	71
Tabla 26: Comparación de resultados - Indicador IV.....	74
Tabla 27: Costos de Inversión - Hardware	94
Tabla 28: Costos de Inversión - Software	95
Tabla 29: Costos de Inversión - RR. HH.....	95
Tabla 30: Costos de Inversión - Materiales	95
Tabla 31: Costo de Inversión - Consumo Eléctrico.....	96

Tabla 32: Inversión Total	96
Tabla 33: Costo de Operación - Consumo Eléctrico Mensual	97
Tabla 34: Costo de Operación - Mantenimiento	97
Tabla 35: Servicios otros al mes	97
Tabla 36: Tiempo de Ahorro de Trabajo Mensual	98
Tabla 37: Ingresos Proyectados	99

Índice de imágenes

Ilustración 1: Organigrama ITTF	29
Ilustración 2: Juan Antonio Vila Reinoso - Presidente ULM	30
Ilustración 3: Logo del producto	36
Ilustración 4: Accesorio 1	37
Ilustración 5: Accesorio 2	37
Ilustración 6: Modelo Ciclo de Vida en V	38
Ilustración 7: Diseño de investigación	42
Ilustración 8: Campana de Gauss para Indicador I	56
Ilustración 9: Campana de Gauss para Indicador II	61
Ilustración 10: Representación gráfica de la prueba Chi-cuadrado	68
Ilustración 11: Campana de Gauss para Indicador IV	73
Ilustración 12: Calculadora TIR	103
Ilustración 13: Tabla de distribución normal T	105
Ilustración 14: Tabla de distribución Chi-cuadrado	106
Ilustración 15: Cuadro de cantidades de movimientos técnicos	107
Ilustración 16: Cuadro con valores de precisión de movimientos técnicos	108
Ilustración 17: Cuadro de temperaturas corporales de los tenmesistas	109
Ilustración 18: Logo BTY PERÚ – Trujillo	110
Ilustración 19: Insignia BTY PERÚ - Trujillo	110
Ilustración 20: Fachada del local	111
Ilustración 21: Uniforme del club BTY	111
Ilustración 22: Parte del equipo de tenmesistas junto a los entrenadores, de izquierda a derecha: Pietro Costta (Entrenador), Carlos Santivañez, Fausta Fupuy (Entrenadora), Jhonatan Pinedo, Fidel Aldave, Karol Paredes, Daniel Castro, Everleen Cabrera, Jorge Neciosup, Sebastián Lezama y Bruno Lezama	112
Ilustración 23: Mesas profesionales olímpicas dentro del local	112
Ilustración 24: Tenmesistas entrenando - Karol Paredes (polo verde) y Everleen Cabrera (polo amarillo)	113
Ilustración 25: Min Ling Cao, técnica TopSpin	113
Ilustración 26: William Cosio, mal inicio de la técnica TopSpin	114
Ilustración 27: Karol Paredes, técnica TopSpin	115

Ilustración 28: Correcto inicio de la técnica TopSpin - ITTF	116
Ilustración 29: Control del peso corporal sobre la punta de los pies	116
Ilustración 30: Temperaturas corporales de tenistas 1	117
Ilustración 31: Temperaturas corporales de tenistas 2	117
Ilustración 32: Temperaturas corporales de tenistas 3	118
Ilustración 33: Temperaturas corporales de tenistas 4	119
Ilustración 34: Temperaturas corporales de tenistas 5	120
Ilustración 35: Arduino Uno + cable de datos + case protector	121
Ilustración 36: Módulo MPU6050, Acelerómetro, Giroscopio I2C	122
Ilustración 37: LM35 Sensor de Temperatura	123
Ilustración 38: Acta de originalidad	126
Ilustración 39: Carta de aceptación de DPI	127
Ilustración 40: Carta de aceptación de producto de tesis	128
Ilustración 41: Carta de felicitación	129
Ilustración 42: Traducción de Resumen Parte 1	130
Ilustración 43: Traducción de Resumen Parte 2	131
Ilustración 44: Arduino UNO	133
Ilustración 45: Sensor de temperatura LM35	133
Ilustración 46: Módulo MPU6050	134
Ilustración 47: Protoboard mini	134
Ilustración 48: Jumpers o conectores	135
Ilustración 49: Extensión para puerto USB	135
Ilustración 50: Caja con puerto RJ 11	136
Ilustración 51: Cable helicoidal	136
Ilustración 52: Arquitectura de los dispositivos	137
Ilustración 53: Prototipo 1	138
Ilustración 54: Accesorio 1 Prototipo 2	139
Ilustración 55: Accesorio 2 Prototipo 2	139
Ilustración 56: Pruebas del sensor LM35	140
Ilustración 57: Pruebas del módulo MPU6050	141
Ilustración 58: Interface para inclinación del tren superior	142
Ilustración 59: Interface para giro de cadera	143

Ilustración 60: Interface para temperatura corporal	144
Ilustración 61: Prueba 1	151
Ilustración 62: Kaori Adriana Rodríguez Aurazi usando SporTTec	154
Ilustración 63: Daniel Fernando Castro Otero usando SporTTec	154
Ilustración 64: Banner 1	155
Ilustración 65: Banner 2	155
Ilustración 66: Abreviación 1	155
Ilustración 67: Abreviación 2	155
Ilustración 68: Logo	156
Ilustración 69: Banner en inglés 1	156
Ilustración 70: Banner en inglés 2	156

Resumen

El presente trabajo logró cumplir con su objetivo general sobre mejorar la técnica de tenis de mesa del club BTY PERÚ - TRUJILLO al implementar «*SporTTec*», habiendo estudiado el movimiento TopSpin de 5 tenistas para las pruebas de Pre y Post TEST (investigación pre-experimental) en 1 mes por cada fase, se tomaron como población y muestra (24 en total) a los promedios de evaluaciones semanales y a los promedios de temperaturas corporales de 3 intercalados días a la semana, los cuales fueron obtenidos mediante fichas de recolección de datos; se usaron 3 pruebas paramétricas (T de Student) y 1 no paramétrica (Mc Nemar) de muestras relacionadas / estudio longitudinal (dos medidas) tras aplicar pruebas de normalidad de datos. «*SporTTec*» fue construido con la placa Arduino UNO, a la cual se le instalaron un sensor de temperatura y un módulo giroscopio adaptados (con costuras) a dos accesorios deportivos; se utilizó “*Modelo en V*” como método de desarrollo debido al uso principal de hardware; finalmente, los datos en tiempo real son mostrados en el “Monitor Serie” que brinda el software de arduino. Los resultados se muestran favorables al haber mejorado el giro de cintura (+13.82% y +29.90%) y la inclinación del tren superior (+51.54%), así como al haber disminuido la probabilidad de lesiones (-58.33%).

Palabras Clave: sistema inteligente, tenis de mesa, técnica topspin, arduino, giroscopio, temperatura.

Abstract

This study achieved its main objective, which was to improve the technique in table-tennis at the BTY PERU – TRUJILLO club with the use of «*SporTTec*». After studying the TopSpin technique of 5 table-tennis players for pre and post-testing (pre-experimental research) of one month for each phase, the average results of weekly evaluations and average body temperatures for three alternate days a week were taken as samples (24 total). Said results were obtained through data collection forms. The tests used consisted of 3 parametric tests (Student's t-test) and a non-parametric (Mc Nemar) of paired-samples / longitudinal study (two measures) after applying data normality tests. «*SporTTec*» was built with the Arduino UNO board, to which a temperature sensor and gyroscope module were installed, adapted (with seams) to two accessories. “*V Model*” was used as the development method, given the primary hardware use. Finally, real-time data is shown in the “Monitor Series” which is provided by the Arduino software. Results were positive, since they improved hip-torque (+13.82% and +29.90%) and upper-body inclination (+ 51.54%) as well as decreasing the likelihood of injury (-58.33%).

Keywords: intelligent system, table-tennis, topspin technique, Arduino, gyroscope, temperature.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El ser humano por naturaleza siempre ha realizado actividades para cubrir la satisfacción de sus necesidades terciarias sobre supervivencia y expansión con el fin de interactuar con su entorno, encontrándose luego con factores motivantes, como la diversión y las creencias, que junto a los valores culturales/sociales más la dedicación comprende finalmente en una ciencia indispensable para el desarrollo humano, el deporte, que en la sociedad globalizada ocupa un lugar importante pero cada vez más preocupante, como muchas otras ramas, debido a: (Elias, y otros, 2015)

Crecimiento desmesurado y descontrolado de la tecnología enfocada a la distracción que afecta a las actividades psicomotrices que el hombre debería realizar durante su crecimiento psicofísico, también afecta a su desempeño educativo. (El fracaso escolar puede derivar de un mal uso de la tecnología, 2011).

El hombre siempre ha crecido con el juego; desde una edad temprana es indispensable ésta actividad para mejorar el manejo de su propio cuerpo, desarrollar sus habilidades y conocer el mundo que lo rodea, es una escuela tan importante como influyente para sus procesos posteriores de crecimiento y desarrollo. (Cabezuelo, y otros, 2016).

La universalidad del juego es ampliamente reconocida en muchas culturas y en la sociedad actual, con un entorno de inducción social pretendiendo una buena convivencia con sus semejantes; una expresión muy clara son los Juegos Olímpicos realizados desde 1896 en Atenas, edición que fue inspirada por los juegos que realizaban los griegos en la antigüedad en la ciudad de Olimpia. (Pierre de Coubertin y los primeros Juegos Olímpicos de Atenas 1896, 2016).

El juego no siempre se realza con la debida importancia y, algo preocupante, menos con la volitiva de los niños y adolescentes de hoy en día que se ven bombardeados por distracciones del mundo globalizado creciendo en la tecnología impulsadora del sedentarismo creada por empresas a las que poco les interesa la salud del consumidor final y se sumergen en el fin lucrativo único, ésta oferta de mayor atracción (para cierta población) trae de picada la participación humana en los juegos en general. (La mayoría de los niños madrileños practica poco deporte, 2011).

Algunas disciplinas deportivas basan su origen en otras de gran similitud a través de cambios esenciales en las formas de juego; para llegar a la raíz del tenis de mesa debemos retroceder hasta el siglo XVIII y ubicarnos en el continente asiático donde las manifestaciones de deporte se daban de diferentes formas, como las pequeñas peleas de juego entre guerreros durante los descansos de sus actividades obligatorias que dieron origen a deportes de contacto físico además de otros diferentes donde incluían un balón; para este entonces al sur de Asia en el país de la India y exactamente en la ciudad de Poona, los lugareños habían inventado un juego de nombre igual al de la ciudad basado en otro juego primitivo denominado Battledore creado en China hace más de 2000 años, en aquel siglo (XVIII) los oficiales británicos llegados observaron dicha actividad y la llevaron a Inglaterra en el año 1873 donde se le hicieron varios cambios, entre ellos, la inclusión de raquetas; luego el duque Beaufort con gran interés lo incluyó en las actividades de su finca campestre llamada Badminton house, nombre que se le atribuyó finalmente al juego. Ese mismo año el comandante británico Walter Clopton creó el Tenis basado en las expresiones del Bádminton, del Poona y consecuentemente del Battledore. Con el paso de los años el Tenis fue teniendo mejoras pero la dificultad de jugar durante climas nada favorables, originó que los deportistas crearan al Tenis de Mesa dentro de salones de refugio de campos de Tenis en Inglaterra durante la segunda mitad del siglo XIX para luego expandirse por Europa y finalmente por todos los continentes teniendo bastantes modificaciones e innovaciones al día de hoy; en el 2015 fue considerado el deporte con mayor número de participantes considerando 40 millones de tenimesistas en el mundo. (Bàdminton Club), (Fédération Française de Badminton), (Artajo, y otros), (Habilidades psicológicas para la mejora del rendimiento en tenis de mesa, 2009), (Lic. Pinzón, y otros, 2015).

Según el diccionario de la Real Academia Española, se define deporte como:

1. *m. Actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas.* (Real Academia Española).
2. *m. Recreación, pasatiempo, placer, diversión o ejercicio físico, por lo común al aire libre.* (Real Academia Española).

A diferencia del juego, el deporte comprende disciplina constante dentro de una dedicación que es parte del plan de vida, tratando de no dejar la diversión de lado, enfocándose en la perfección de la técnica/táctica para un mejor rendimiento, imponiendo finalmente una

responsabilidad mayor sobre sus facultades físicas y su experiencia. De éste modo, es importante diferenciar ambos aspectos mencionados para tener en claro el alcance de la investigación. (Echeverri Ramos, 2015).

Existen alrededor de 30 diferentes deportes considerados olímpicos (algunos deportes no son considerados en algunas celebraciones olímpicas), dentro de este grupo está el Tenis de Mesa, considerado uno de los deportes más completos que existen gracias a su desempeño físico, nivel estratégico, gran precisión y su alta velocidad (la pelota puede superar los 160 Km/h de velocidad). Pero a pesar de ello: (Gómez Lav, y otros, 2015), (Habilidades psicológicas para la mejora del rendimiento en tenis de mesa, 2009).

No es un deporte tan conocido y es poco promovido a diferencia de otros como el Fútbol que hasta puede influir en la economía de todo un país. (Diálogo con el autor: La fórmula del gol: secretos numéricos del deporte rey, 2018).

En el Perú la Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa se encarga de regular la práctica de éste deporte, promoviendo la masificación y promoción del mismo. (Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa, 2018).

A pesar de ello: No se realiza la gestión adecuada del deporte, en general en nuestro país, dejando trazos en malas prácticas administrativas y políticas que desprestigian y desmotivan a los deportistas que aun teniendo derecho a la salud, no obtienen todo el beneficio necesario. (Hontangas Carrascosa, 2016), (Varsi-Rospigliosi, 2018).

Con tantos malos antecedentes públicos es aún mayor la dificultad de solicitar inversión tecnológica para los centros a nivel nacional, lo que no ocurre en los centros privados quienes tienen una gestión adquisitiva mucho más clara. (Ortega Ortega, 2015).

La Liga Deportiva de Tenis de Mesa de Trujillo - Región La Libertad es un centro donde se puede realizar la práctica de éste deporte de manera en la cual se incentiva el roce competitivo. (Rodríguez Mimbela, 2018).

El Club BTY PERU – Trujillo es un ente deportivo que de igual manera ejerce el Tenis de Mesa como estilo de vida saludable y de crecimiento personal/profesional, enfocándose mayormente en el sistema de entrenamiento que en el roce competitivo, apoyándose en sus fuertes cimientos de disciplina, constancia, respeto, entrega y superación. El investigador, deportista calificado, miembro del club en mención, señala éste párrafo como una de las

partes de la motivación a la investigación y agradece a todos sus integrantes por las facilidades otorgadas tanto para su entrenamiento deportivo como para el desarrollo de este proyecto.

La carga y exigencia deportiva durante los entrenamientos debe ser monitoreada a tal punto de controlar significativamente los posibles factores de lesión teniendo en cuenta reglamentos generales del deporte que aporten datos tanto cualitativos como cuantitativos para de ésta manera tomar acciones preventivas ante la realización de malos movimientos u otros factores que impliquen los diferentes tipos de fuerza entre los cuales los trabajos concéntricos, excéntricos, isométricos y polimétricos son de gran incidencia en lesiones ligadas a la coordinación neuromuscular. (Álvarez Medina, y otros, 2015).

El éxito de un tenimesista en competencia, está finamente enlazado a un arduo entrenamiento centrado en la perfección de movimientos técnicos, en otras palabras, ganará el que menos se equivoque en el partido. En el último campeonato macro-regional realizado en la ciudad de Cajamarca, en relación a los Juegos Deportivos Nacionales 2018, la Región La Libertad no logró conseguir cupos para la siguiente fase denominada Nacional, que incluye los mejores deportistas de cada región del Perú, de ésta manera, se hace notoria la falta de perfección de técnica en los tenimesistas de la región que incluyen a los miembros del club donde se aplicó éste trabajo. (Lic. Ramón Espartaco, 2013).

La práctica constante de éste deporte, contribuye con el desarrollo personal, promoviendo un sano crecimiento en tanto el entrenamiento sea el adecuado para evitar molestias físicas a causa de movimientos mal ejecutados o de calentamiento insuficiente, pudiendo éstos ser imperceptibles por el monitor, el entrenador o por el mismo practicante, que si no se corrige a tiempo, terminará con lesiones físicas como desgastes degenerativos que podrían sacar de carrera a cualquier deportista. (Walker, y otros, 2010).

Este es un tema muy conocido a nivel nacional con ejemplares que al día de hoy han decidido retirarse del mundo tenimesístico y hasta deportivo, ya que incluso, un historial de lesiones influye de manera psicológicamente negativa, cohibiendo al deportista ante mayores exigencias técnicas.

Una apreciación personal; en los años de experiencia que el investigador ha tenido en el mundo deportivo, ha notado, ausencia de investigación y, en consecuencia, de tecnología

básicamente para los entrenamientos, lo cual induce a pensar que éste podría ser una llave clara para la reducción de lesiones y, con mucha ambición, hasta la eliminación total de ellas. (Características de juego y estructura temporal en el tenis de mesa de alto nivel, 2017)(Pg.6).

Son muy pocas las investigaciones realizadas sobre el tenis de mesa en específico, dejando un campo bastante amplio debido a la gran diversidad de aspectos que se pueden estudiar en éste deporte; por mencionar algunos motivos de escasos trabajos, es complicado conseguir seguimientos de un partido oficial sobre el tenista en sí y su efectividad, debido a la gran velocidad con la que se desarrollan éstos encuentros. (Desarrollo de una herramienta de observación individual del tenis de mesa, 2012)(Pg.263)

Finalmente, la tecnología Arduino proporciona muchas herramientas que ya se han incorporado a algunos deportes en ciertos países donde la inversión en ello es importante, y si es posible en otros lugares, el Perú no debe ser ajeno a ello, debemos empezar a desarrollar tecnología deportiva inmediatamente por el bien de los jugadores. (Unidad Editorial Información General, 2015), (Menacho Anta, 2017).

Tabla 1: Problemas identificados en la Realidad Problemática

Nº	Problema	Causa	Consecuencia
1	Baja efectividad por bajo porcentaje de buenos movimientos técnicos.	Entrenamiento de bajo control de buenos movimientos, no hay registros estadísticos.	No lograr buenos resultados en competencias.
2	Alta cantidad de equivocaciones por movimientos mal realizados durante el juego.	Falta de un constante monitoreo en el entrenamiento y falta de un registro de entrenamiento.	Mala participación en competencias.
3	Alta probabilidad de lesiones.	No hay control en tiempo real de la temperatura corporal.	Deserción de deportistas.
4	Técnica mal entrenada por baja precisión de movimientos.	Ausencia de un control permanente en la precisión del movimiento técnico.	Bajo rendimiento técnico deportivo.

Fuente: 1.1 Realidad Problemática

Elaboración: Propia

1.2 Trabajos previos

Internacionales:

1. Trabajo Fin de Grado o Tesis

✓ **Título:**

Aplicación de Tecnologías Wireless a los Deportes de Fuerza Como Mejora de Rendimiento. (Pérez Fernández, 2018).

✓ **Autor:**

❖ Samuel Pérez Fernández

✓ **Año:**

2018

✓ **Universidad:**

Universidad de Cantabria

Resumen:

En éste proyecto se pretende mejorar la bastante estudiada variable ‘Repetición Máxima’ (RM) que caracteriza a los deportes de fuerza en relación con la velocidad y el rango de movimiento; para la fase experimental se tomó en cuenta a un atleta con RM aproximado de 102.5 kg estudiando 3 sesiones de sentadillas o press de banca obteniendo resultados poco favorables para la tecnología debido a que algunas partes de la solución de hardware, fueron sensibles a golpes y movimientos bruscos, a esto se añade, la comparación de datos obtenidos en las tres sesiones mencionadas que finiquita en un RM bajo respecto a lo usual para el atleta en estudio.

Correlación:

Aporta a éste trabajo la relación de tecnología con deporte, intentando mejorar detalladamente aspectos técnicos poco visibles al ojo humano como son velocidad, ángulos, centímetros y presión, sin embargo el fin sigue siendo el mismo, el de mejorar el desempeño deportivo. A pesar de todo esfuerzo, también se pone como antecedente el fallo repentino de ésta tecnología Arduino por aspectos técnicos de hardware.

2. Tesis

✓ **Título:**

Efectos de la Aplicación de un Sistema Automatizado de Proyección de Preíndices en la Mejora de la Efectividad de la Acción de Bloqueo en Voleibol. (Hernández Hernández, 2005).

✓ **Autor:**

❖ María Elena Hernández Hernández

✓ **Año:**

2005

✓ **Universidad:**

Universidad de Granada

Resumen:

Proyecto enfocado a mejorar el rendimiento deportivo técnico de jugadoras de voleibol basado en incrementar la velocidad de reacción de bloqueo a través de la captación de preíndices significativos así como mantener la cantidad de jugadas acertadas evitando alteraciones por las estrategias de preíndices; para ello se incluyó en la fase experimental a todas las jugadoras CDU Granada pertenecientes a la Primera División de España, pero durante las

experimentaciones desertaron algunas quedando en una población de 8 jugadoras que completaron el trabajo en su totalidad dando buenos resultados plasmados en el incremento de eficacia del entrenamiento.

Correlación:

Claramente obtenemos resultados positivos al aplicar tecnología al deporte para la mejora de la técnica, es en el trabajo citado donde se muestra el incremento de la eficacia con respecto a tiempo de respuesta y aciertos de jugadas que van en relación al número de movimientos bien o mal realizados del proyecto actual.

3. Proyecto de Grado o Tesis

✓ **Título:**

Diseño e Implementación de una Estrategia Didáctica para Mejorar los Golpes Básicos del Tenis de Campo por Medio de los Juegos Perceptivo-Visuales, con Niños de 8 a 10 Años en la Academia de Tenis Hermanos Rincón Colombia. (Castro, y otros, 2015)

✓ **Autor:**

- ❖ Henry Castro
- ❖ Camilo Rodríguez
- ❖ Cristian Sanabria

✓ **Año:**

2015

✓ **Universidad:**

Universidad Libre de Colombia

Resumen:

Tras hallar problemas en la ejecución sobre las técnicas de tenis en niños (5 niñas y 8 niños) de 8 a 10 años de la academia Hermanos Rincón Tenis Colombia, se pretendió implementar estrategias didácticas que incluían juegos perceptivo-visuales (habilidades fundamentales en el tenis) para mejorar su rendimiento deportivo. Este proyecto se desarrolló en una metodología cuali-cuantitativa usando la Evaluación Oficial para Tenis denominada ITN, por sus siglas en inglés: International Tennis Number, o en español: El Número Internacional del Tenis, para hacer la comparación de un Pre y Post TEST.

Correlación:

Se evidencia una clara mejora de golpes básicos por parte de los niños en estudio, lo que deja en dicho que la estrategia didáctica aplicada es efectiva; también podemos llegar a la conclusión de que no es del todo necesaria la tecnología para mejorar el rendimiento deportivo en general.

4. Artículo

✓ Título:

The effect of one year of unstructured table tennis participation on motor coordination level among young recreational players. (The effect of one year of unstructured table tennis participation on motor coordination level among young recreational players., 2018)

✓ Autor:

- ❖ Daniel V. Chagas
- ❖ Laryssa Paixão Macedo
- ❖ Luiz A. Batista

✓ **Año:**

2018

✓ **Universidad:**

Rio de Janeiro State University

Resumen:

Mediante una investigación, retrospectiva cuasi-experimental, sobre la diferencia en la mejora de la coordinación motora (estudiada con Körperkoordinationstest für Kinder) a través del Tenis de Mesa entre dos grupos de 18 ejemplares (muestra) seleccionados de una población de 207 estudiantes de 12 a 15 años del colegio público de la ciudad de Río de Janeiro; a uno de los grupos, llamado “Experimental” se le asignó actividades no estructuradas de juego, consistentes en participación recreativa sin planificación de entrenamiento de 30 a 40 minutos por 3 a 5 semanas en todo un año, mientras que al otro grupo llamado “Control”, no se le asignaron actividades relacionadas al Tenis de Mesa; encontrando mejoras poco significativas con respecto al nivel de coordinación motora sobre los estudiantes.

Correlación:

Las débiles mejoras encontradas, evidencian la poca influencia de la práctica **no estructurada** de tenis de mesa (sin entrenamiento), que inclusive pueden referirse al proceso normal de evolución psicomotriz de cada individuo estudiado, lo que lleva a la contraposición de que, con un auto entrenamiento, usando un wearable, se puede lograr un resultado con mejoras significativas hacia la coordinación motora que se pueden convertir en un incremento del desempeño deportivo en general, incluyendo al Tenis de Mesa.

I.I.I Teorías relacionadas al tema

Instituciones, tenis de mesa y tecnología

Hablar del deporte exige un conocimiento general de las actividades que el hombre puede realizar según su anatomía, pero entrando en detalle el tenis de mesa usa una serie de terminologías tanto de juego como de entrenamiento que puede regirlo cada centro donde se practica éste deporte; es bueno también conocer sobre las instituciones que regulan su práctica.

1.1.1 International Table Tennis Federation – ITTF (ITTF, 2018)

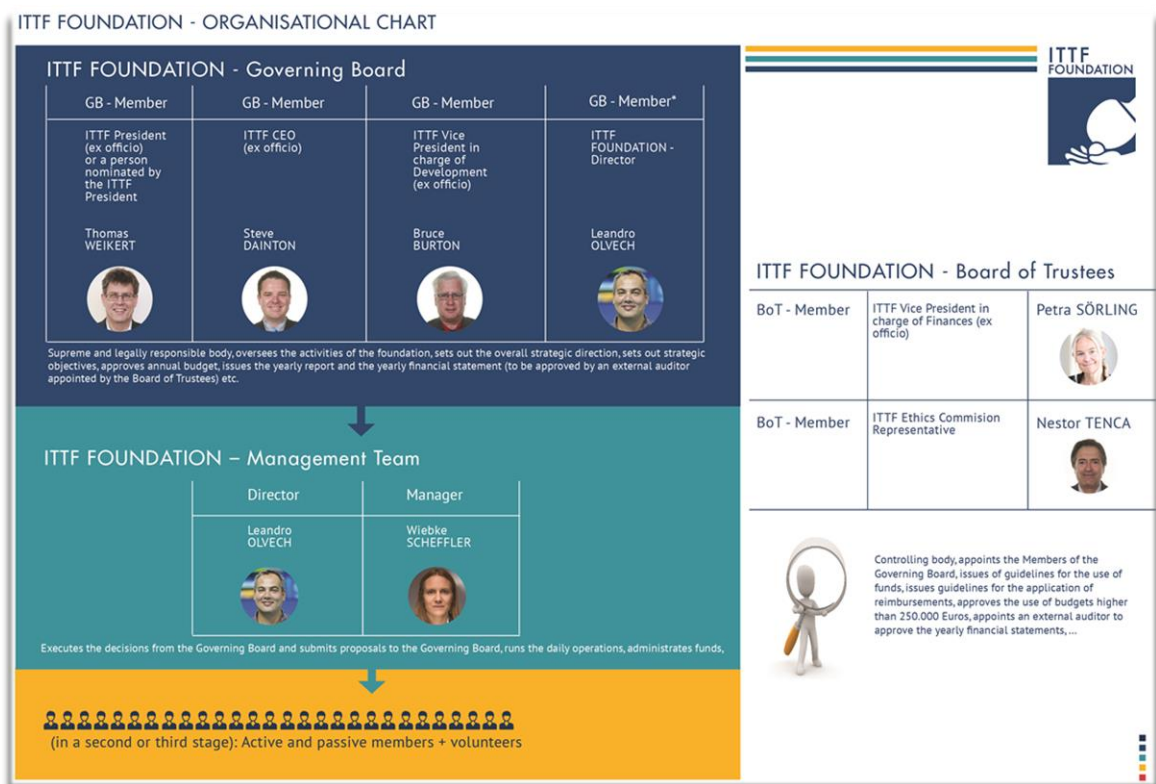
Existente desde 1926, es la máxima autoridad del tenis de mesa a nivel mundial, quien regula el desarrollo de éste deporte en todas las competiciones haciéndolas reglamentarias y válidas.

Sus principios son:

- **Transparencia (= confianza):**
 - Manejo justo de fondos y materiales
 - Informes públicos sobre actividades y estados financieros
 - Confiable, respetuoso y justo
 - Abierto sobre nuestras ambiciones y desafíos
- **Solidaridad (no caridad)**
 - Enfoque humano
- **Calidad**
 - Proyectos piloto capaces de ser copiados por otros
 - Indicadores para demostrar el éxito o el fracaso de los proyectos
- **Compañerismo + intercambio**
 - Alineación con los objetivos de desarrollo global (ONU, ONG)
- **"Mantenlo simple"**

- **Sostenibilidad**
 - Programas a largo plazo que pueden funcionar sin soporte externo después del acabado, no proyectos de solución rápida
- **"Piensa en grande"**
 - Ambición para aprender continuamente más, innovar y alcanzar metas
- **Pasión**
 - Apasionado por nuestro propósito social y la capacidad de los tenis de mesa para cumplirlos
- **Trabajo en equipo**
 - Resultados óptimos que combinan los mejores esfuerzos de cada persona u organización involucrada

Ilustración 1: Organigrama ITTF



Fuente: (ITTF, 2018)

1.1.2 Unión Latinoamericana de Tenis de Mesa - ULTM

Fundado en 1973 en Pequín – China, es un organismo que representa a todas las instituciones de Tenis de Mesa en Latinoamérica ante todas las autoridades y organizaciones civiles, militares y deportivas. Cumple y hace cumplir los estatutos declarados para la práctica del Tenis de Mesa.

Presidente:

Tabla 2: Presidente ULTM

	Juan Antonio Vila Reinoso Presidente ULTM REPÚBLICA DOMINICANA ultmjv@gmail.com
--	---

Ilustración 2: Juan Antonio Vila Reinoso - Presidente ULTM

Fuente: (ULTM, 2018)

Representante en Perú:

Tabla 3: Representante peruano ULTM

PERU (PER) Mr. Roberto Alfredo Ballón Tapia <i>Presidente Federación Peruana de Tenis de Mesa</i>	Estadio Nacional Puerta 10-A, Sta. Beatriz LIMA, Perú Tel & fax (511) 4243534 jdelapuerta@comercia.com.pe rfeijoo@alayzalegal.com.pe tenisdemesaperu@hotmail.com
---	---

Fuente: (ULTM, 2018)

1.1.3 Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa - FDPTM

Institución reguladora del Tenis de Mesa en el Perú, encargada del desarrollo de éste deporte a nivel nacional, fomentando su práctica, masificación, apoyo y representación dentro y fuera del país.

Ubicada en la puerta 10 A del Estadio Nacional en el Cercado de Lima, es liderada por el presidente Roberto Alfredo Ballón Tapia contando con un secretario representado por el señor Rafael Arturo Durán Alvarado. (Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa, 2018).

1.1.4 Tenis de mesa

Es considerado un deporte olímpico desde Seúl 1988 y aunque en su historia el origen no es nada claro se acepta la teoría de su nacimiento basado en el tenis de campo dando sus primeros pasos en Europa y en especial en Inglaterra, donde jugadores de Tenis al tener contratiempos climáticos y permanecer largas horas en salones de refugio, nace la idea de hacer rebotar con las raquetas una pelota sobre una mesa de billar que instantáneamente es implementada con una malla a manera de red transversal; posteriormente el juego adquirió una gran difusión. Las innovaciones de los japoneses dieron lugar llegados los años cincuenta, el material de dicha esfera es cambiado así como la composición, estructura y forma de las raquetas; luego de un tiempo, el material de las pelotas de Tenis de Mesa era de celuloide, permitiendo un efecto claramente visible a la percepción de los jugadores más no de los espectadores televisivos. En la actualidad el material predominante de éste elemento es el plástico haciendo que ésta se desplace de una forma un tanto más lenta y visible al público de diferentes medios. Las raquetas diferencian su composición en 2 partes: La madera que permite sostener el conjunto además de proporcionar tecnología para los diferentes tipos de juego; las gomas, con cierta capa de espuma, permiten la aplicación de efectos y control

sobre la pelotita. (Habilidades psicológicas para la mejora del rendimiento en tenis de mesa, 2009).

El área de juego es comprendida por una mesa de longitud 2,74m y ancho 1,525m, superficie que debe estar a 76 cm del suelo, cuenta con una red transversal que divide ésta superficie en dos zonas para ambos bandos competidores. El entorno de juego debe ser un área de 14m de largo y 7m de ancho como mínimo para el desarrollo de una competencia de alto nivel profesional.

Existen infinidad de estilos de juego pero podemos clasificarlos en 6 tipos generales según la empuñadura de la raqueta: 1.- Estilo clásico 2.- Estilo lapicero 3.- Estilo japonés 4.- Estilo chino 5.- Estilo americano 6.- Estilo europeo.

También podemos clasificar los movimientos que se pueden generar con la pelotita, son: 1.- TopSpin 2.- BackSpin 3.- SideSpin 4.- Sin efecto, los cuales se pueden combinar entre si dependiendo de la técnica aplicada.

El Tenis de Mesa es considerado uno de los deportes más completos, considerando la velocidad que logra obtener la pelotita en pleno juego y que en esos milisegundos se debe planear una estrategia con el fin de provocar el error del oponente para lograr ganar el juego. También es importante mencionar la resistencia física, carga muscular y velocidad explosiva necesaria para éste grandioso deporte. (ITTF, 2018), (Habilidades psicológicas para la mejora del rendimiento en tenis de mesa, 2009), (Sánchez Espinoza, 2012).

1.1.5 Técnica de tenis de mesa

Tras conocer las diferentes formas que existen para empuñar una raqueta, en un entorno técnico-deportivo podemos mencionar que:

Primero; Técnica se refiere al adecuado dominio de movimientos corporales según el estilo a practicar para sus diferentes expresiones.

Segundo; Nivel Avanzado de Tenis de Mesa, concepto apoyado por el club dónde se aplicó ésta tesis, refiere a los mismos movimientos mencionados pero que implican altos niveles de efecto, fuerza, precisión y velocidad tras un amplio reconocimiento del área de juego y mesa, peso de la raqueta, rebote de la pelota en la raqueta, peso y bote de la pelota en mesa.

Y tercero; dejamos en el Nivel Básico al hecho de empezar a reconocer indumentaria y el área a usarse, primeros botes raqueta – pelota – mesa, primeros golpes sin efecto en la pelota, una velocidad tan baja para que el principiante pueda interactuar de manera aeróbica en el entrenamiento y el inicio de la percepción de aquella constancia que se necesita para ésta disciplina. (¿Cómo evaluar el rendimiento técnico-táctico durante la competición del tenis de mesa?, 2018).

1.1.6 TopSpin – ForeHand / BackHand

Dentro de cada técnica desarrollada por cada tenimesista, existen diversos movimientos de juego para ataque o defensa, así, tenemos al TopSpin como un claro ejemplo del juego ofensivo, que se puede realizar desde una perspectiva de abrir el brazo hacia un costado del cuerpo (ForeHand) o juntándolo por delante del mismo (BackHand); se realiza con el fin de provocar un fuerte efecto hacia arriba en la pelota, que luego, al hacer contacto con la mesa, terminará en una rápida aceleración hacia delante, desde la visión del ejecutor, con una curva de bote más reducida; es bastante usado en todos los partidos de nivel avanzado y su correcta ejecución depende de criterios establecidos con poca precisión de ángulo y giro, teniendo que:

- ✓ Para el inicio, es necesaria una leve inclinación del tronco (o tren superior) hacia adelante, que conlleva a la flexión inmediata de las piernas para lograr un equilibrio en la lucha de fuerzas contrarias de la gravedad sobre el cuerpo. A esto le sumamos, que, el pie del lado donde se sujeta la raqueta debe

estar medio calzado por detrás del otro y separados a una distancia igual a la existente entre los hombros (cada pie a la altura de cada hombro), además de mantener el peso corporal en las puntas, distribuyendo la mayor parte de éste en el lado de la raqueta. También se necesita tener el brazo completamente extendido, dejándolo caer levemente por detrás del cuerpo, teniendo a la otra extremidad superior haciendo un equilibrio importante.

- ✓ En la ejecución, se debe alzar y cerrar aproximadamente 90° el ángulo llano existente entre el brazo y el antebrazo de donde se sujeta la raqueta, al mismo tiempo que se distribuye la mayor parte del peso corporal, hacia la punta del pie donde no tenemos sujeta la raqueta, haciendo un giro de cadera, cintura y hombros.
- ✓ Se debe terminar el movimiento con la raqueta a la altura de la frente, unos centímetros por delante de la cabeza, ésta última debe proyectarse hacia al frente de la mesa, siguiendo, con la vista, la trayectoria de la pelota, todo el tiempo, en cada fase.

(Zuleta, y otros, 2005), (Enríquez Rojas, y otros, 2015)

1.1.7 Sistema inteligente

Tomando como base la inteligencia humana, el sistema inteligente intenta asimilar dicha característica del hombre apoyándose en la amplia gama tecnológica que le da oportunidades para adaptarse y personalizarse a las diferentes necesidades de su uso, lo cual le permitirá interactuar con el usuario para la extracción de datos e interacción con el mismo mediante un flujo de información en ambos sentidos para la toma de decisiones y retroalimentación. Al igual que el cerebro, el sistema inteligente detecta datos, procesa información y reacciona de diferentes maneras en diversos

medios; las diferencias se rigen en aspectos de velocidad de procesamiento, confiabilidad y gran capacidad de almacenamiento de información lo que le da al hombre una gran ventaja competitiva al usar ésta tecnología, si bien es cierto, la creatividad es algo que aún no se ha logrado programar, por lo que la toma de decisiones del sistema inteligente se rige a los mismos límites de su programación. (OBREGÓN NEIRA , y otros).

1.1.8 Arduino

Es una placa compuesta por un microcontrolador y un entorno de desarrollo totalmente programable gracias a su plataforma Open-Source y su lenguaje de programación sencillo de usar que facilita el desarrollo de proyectos electrónicos en variados campos. Cuenta con una gama inmensa de diversos sensores y dispositivos que pueden ser añadidos e interconectados entre sí permitiendo entrar a un mundo de grandes posibilidades como autonomía y control de un entorno real. Se ha usado en miles de proyectos con resultados motivadores para seguir apostando por él. (Arduino, 2018).

1.1.9 Tecnología ponible (wearable technology)

La creciente investigación sobre tecnología enfocada a ser cada vez más pequeña ha llevado a crear dispositivos capaces de adaptarse a la anatomía humana, he aquí el concepto de “vestible” o “ponible”, concretizándose en dispositivos adjuntos a la ropa o a accesorios personales (smart clothing) que son parte de la era “*Internet del Todo*”, cumpliendo con objetivos muy diversos en campos como la medicina, el deporte, el marketing, entre otros, y que básicamente se orientan a satisfacer necesidades tanto personales del usuario como metas organizacionales de empresas que brindan servicios según los datos recogidos por ésta tecnología ponible. (Entre el derecho de los diseños y las patentes: la tecnología ponible, 2018), (LSTM-Guided Coaching Assistant for TableTennis Practice, 2018).

1.1.10 Psicología deportiva y madurez del tenimesista

En un artículo de la “*Revista de Psicología del Deporte*” en su edición 2009, Vol. 18 Issue 1, publica un estudio que muestra la influencia de años de experiencia jugando, y compitiendo, en diferentes deportistas de disciplinas como Tenis de Mesa, Bádminton y Fútbol sobre sus habilidades psicológicas; analizando y teniendo una media de edades se los separó por disciplinas deportivas y categorías (en el caso del fútbol) para poder comparar dichas poblaciones.

Este estudio psicológico aporta a sustentar la selección del deporte olímpico Tenis de Mesa para de esta manera justificar con niveles adecuados de madurez y así aprovechar la tecnología deportiva desarrollada, además de poder obtener resultados más fiables.

Finalmente los resultados que se muestran expresan que los deportistas jóvenes tienen bajo dominio de habilidades psicológicas (como ansiedad, uso de la visualización, concentración y autoconfianza) y moderado dominio en habilidades relevantes en el deporte (motivación, relación con el equipo, entrenadores, padres y fairplay).

Cabe resaltar que los tenimesistas fueron los deportistas que mostraron mayores habilidades psicológicas en comparación con otros deportes como Bádminton o Fútbol. (Godoy-Izquierdo, y otros, 2009).

1.1.11 Características del producto: “SporTTec” – Tecnología Deportiva

Ilustración 3: Logo del producto



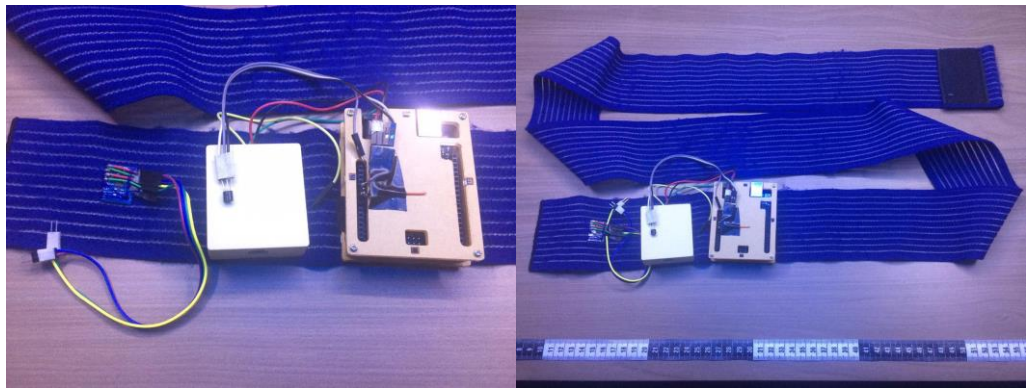
Fuente: 1.1.11 Características del producto

Elaboración: Propia

El producto resultante de la presente investigación ofrece un seguimiento cuantitativo del cuerpo del tenimesista en cuanto a giro del tren superior (a nivel de cadera), inclinación del tren superior (tronco), que consecuentemente exige una adecuada flexión de piernas, y temperatura general a partir de sensores y tarjeta Arduino ubicados estratégicamente en 2 accesorios deportivos como son:

- 1) Una faja elástica liviana especial para deporte que no genera sudoración, donde podemos enganchar fácilmente el sensor de giro adaptado, la caja con puerto RJ11 adaptada y la tarjeta Arduino UNO con su respectivo case protector adaptado.
- 2) Una muñequera deportiva que internamente tiene cocido un sensor de temperatura y un led conectados vía cable helicoidal, el cual también cuenta con una liga elástica en velcro para evitar su movimiento excesivo.

Ilustración 4: Accesorio 1



Elaboración: Propia

Ilustración 5: Accesorio 2



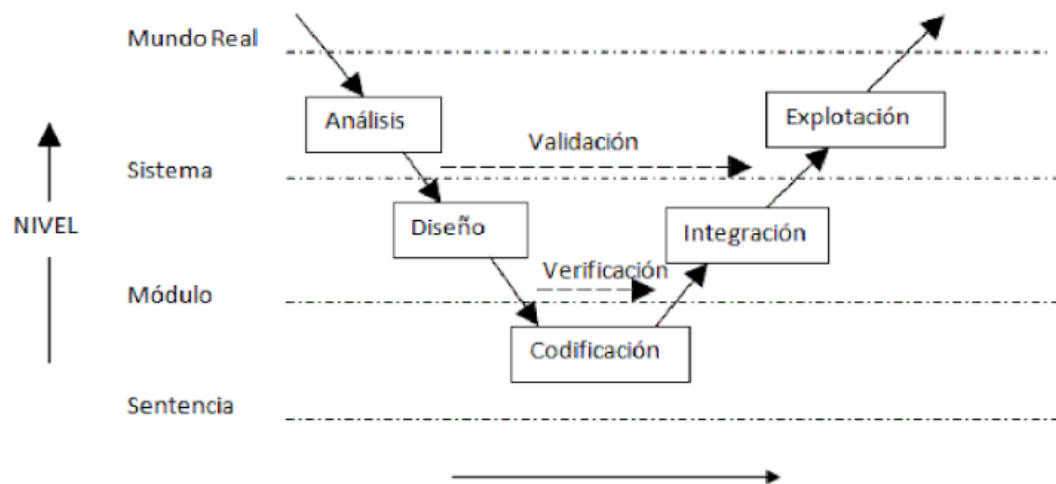
Elaboración: Propia

- Los sensores incluidos en éste wearable son detallados en la sección *ANEXOS 9) Tarjeta arduino y sensores*

❖ Método de desarrollo de “SporTTec”

En la presente investigación, para desarrollar el producto hardware, se usó el modelo “*Ciclo de Vida en V*” como método de desarrollo, el cual se muestra en una secuencia de fases consecutivas muy similares al modelo en cascada, como se puede apreciar en el siguiente diagrama:

Ilustración 6: Modelo Ciclo de Vida en V



Fuente: (Gómez Palomo, y otros, 2014)

Así, podemos observar que el desarrollo del sistema empieza con los elementos más complejos y que, a medida se avanza en el tiempo de trabajo, se llega a aquellos aspectos simples, como la codificación que es el nivel más bajo, para luego empezar a construir el sistema integrando las partes desarrolladas, terminando en una complejidad de sistema totalmente operativo.

El diagrama mostrado, es una referencia gráfica del modelo de desarrollo, ya que, como todo modelo de ciclo de vida, las fases pueden variar apoyándose en la flexibilidad de las mismas para suplir con todas la necesidades requeridas y presentadas durante todo el tiempo de desarrollo. (Gómez Palomo, y otros, 2014)

1.4 Formulación del problema

¿De qué manera un Sistema Inteligente basado en Arduino influyó en la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERU – Trujillo en el periodo 2018?

1.5 Justificación del estudio

Justificación Tecnológica

Se usó tecnología porque ofrece una solución óptima para el monitoreo de las diferentes acciones que puede tomar un deportista, y en especial Arduino porque cuenta con componentes como sensores y otros dispositivos que son necesarios para la aplicación del estudio, recolección de datos, procesamiento de los mismo y emisión de información.

Justificación Deportiva Reglamentaria

El Tenis de Mesa como deporte olímpico se rige por una serie de reglas para su práctica, las cuáles se tuvieron en cuenta porque existe la necesidad de mejorar asertivamente la técnica en éste deporte dentro de un contexto validado con el único fin de ser altamente competitivo dentro de un marco legal en cualquier ámbito y en cualquier parte del mundo.

Justificación Técnica del Deportista

El deporte forma parte de un estilo de vida sano, es en ese preciso punto en el que debemos tener cuidado ya que al realizar malos movimientos o al exagerarlos, podemos causar lesiones de corto o largo plazo, por ende existen técnicas que cuidan la salud integral del deportista y son éstas las que se tomaron en cuenta porque se deseaba lograr el desarrollo exitoso del presente proyecto que bajo la ideología de prevenir en lugar de lamentar y conociendo los altos precios de un tratamiento y de una rehabilitación tras una lesión deportiva, es mejor no llegar a esas situaciones.

Justificación Económica

Es necesario invertir porque es un medio más para lograr mejorar aspectos importantes ligados a los objetivos del club BTY y que con el tiempo pueden lograr mayor rentabilidad que la actual.

Justificación Social

Porque de alguna manera el hecho de cuidar la salud del deportista es una motivación clara para la sociedad hacia la práctica del deporte, en especial del Tenis de Mesa, incluso para su masificación, conduciendo a optar por un estilo de vida saludable ligado a un crecimiento personal ejemplar.

1.6 Hipótesis

Con la implementación de un sistema inteligente en Arduino se mejoró significativamente la técnica de tenis de mesa del Club BTY PERU - Trujillo.

1.7 Objetivos

General:

- ☐ Mejorar la técnica de tenis de mesa en el Club BTY, mediante la implementación de un sistema inteligente en Arduino.

Específicos:

- ☐ Aumentar el porcentaje de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.
- ☐ Reducir la cantidad de movimientos mal realizados en el entrenamiento.
- ☐ Disminuir la probabilidad de lesiones producto del entrenamiento (degenerativas).
- ☐ Aumentar la precisión de movimientos técnicos aplicando tecnología Arduino.

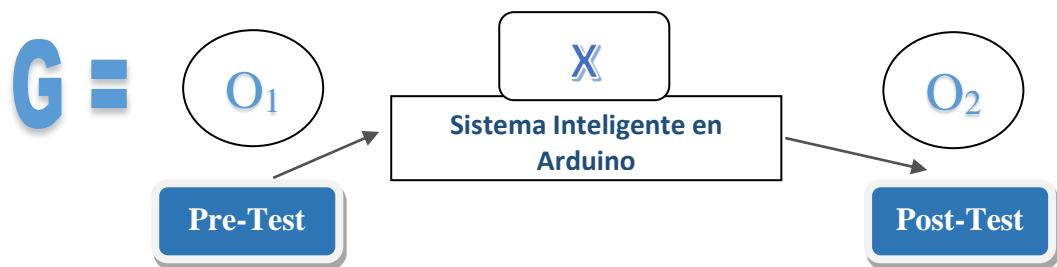
II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Pre - Experimental

Se usó el método que incluye Pre-Test y Post-Test basados en un solo grupo de prueba; se elaboró una previa medición de la variable dependiente para luego incluir la variable independiente a los tenimesistas, y finalmente volver a medir la primera.

Ilustración 7: Diseño de investigación



Teniendo en cuenta que:

- **G** es el Grupo Experimental.
- **O₁** es la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERU – Trujillo antes de integrar el Sistema Inteligente en Arduino.
- **X** es el Sistema Inteligente en Arduino
- **O₂** es la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERU – Trujillo después de integrar el Sistema Inteligente en Arduino.

Tipos de Estudio

Investigación Aplicada

Se conocieron y analizaron las causas, sucesos y fenómenos de la problemática de ésta investigación, aplicando los conocimientos adquiridos por el investigador.

Investigación Explicativa

Básicamente se necesitó explicar la razón por la cual ocurren ciertos hechos mencionados, en qué forma suceden y sus características en interpretación a las variables relacionadas.

2.2 Operacionalización de variables

2.2.1 Variable Independiente:

Sistema Inteligente en Arduino

2.2.2 Variable Dependiente:

Técnica de Tenis de Mesa

Tabla 4: Variables y Operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Técnica de Tenis de Mesa	Movimientos deportivos según el estilo de juego del tenimesista en base a buenas prácticas con objetivos competitivos. (Godoy-Izquierdo, y otros, 2009)	Se tomó como foco de estudio a la técnica de TopSpin la cuál es parte de un juego ofensivo y requiere de mayor exigencia con respecto a otros movimientos técnicos.	Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.	De Razón
			Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento.	
			Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento (degenerativas).	
			Precisión promedia de movimientos técnicos.	
Sistema Inteligente	Sistema símil a la inteligencia humana que influye en un entorno y a la vez es influido por éste a través de estímulos que le permiten regular su interacción mediante retroacción. (Hernández Moreno, y otros, 2000)	Este sistema permitió mejorar la técnica de tenis de mesa del Club BTY PERU – Trujillo.	Pruebas Funcionales.	De Razón

Fuente: 2.2. Operacionalización de Variables

Elaboración: Propia

Tabla 5: Indicadores

N°	Indicador	Descripción	Objetivo	Técnica / instrumento	Tiempo	Modo de cálculo
1	Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento. (PPBMRE)	Indica la porción de movimientos bien hechos de un total asignado por el entrenador.	Aumentar el porcentaje de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.	Ficha de recolección de datos / Observación.	Mensual	$PPBMRE = \frac{CTBM \times 100\%}{CTM}$ <p>CTBM = Cantidad Total de Buenos Movimientos.</p> <p>CTM = Cantidad Total de Movimientos.</p>
2	Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento. (CPMMRE)	Número de movimientos mal hechos durante el entrenamiento.	Reducir la cantidad de movimientos mal realizados en el entrenamiento.	Ficha de recolección de datos / Observación.	Mensual	$CPMMRE = \sum_{i=1}^n (CMM)_i$ <p>CMM = Cantidad de Malos Movimientos.</p> <p>n = Cantidad de tenimesistas</p>
3	Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento. (PPLPE)	Indica estado de probabilidad sobre sufrir una lesión por baja o alta temperatura corporal.	Disminuir la probabilidad de lesiones producto del entrenamiento (degenerativas).	Ficha de recolección de datos / Termómetro.	Semanal	$PPLPE = \frac{\sum_{i=1}^n (T)_i}{n} < TIM$ $PPLPE = \frac{\sum_{i=1}^n (T)_i}{n} > TMR$ <p>T = Temperatura del tenimesista.</p> <p>TIM = Temperatura ideal mínima. (37)*</p> <p>TMR = Temperatura máxima recomendada. (39)*</p> <p>n = Cantidad de tenimesistas</p>
4	Precisión promedia de movimientos técnicos. (PPMT)	Indica el estado del movimiento dentro de un rango ideal.	Aumentar precisión de movimientos técnicos.	Ficha de recolección de datos / Observación.	Mensual	$PPMT = \frac{\sum_{i=1}^n (\frac{CVDR}{n})_i}{V}$ <p>CVDR = Cantidad de Valores Dentro del Rango.</p> <p>n = Cantidad de tenimesistas</p> <p>V = Valores</p>

Fuente: 2.2. Operacionalización de Variables

Elaboración: Propia

*El deportista debe mantener una temperatura mayor a **37°C** hasta un máximo de **39°C** para evitar daños de sus órganos internos. (Temperatura corporal, un pilar básico en la práctica de deportes al aire libre, 2002), (La termoregulación en los corredores, 2013), (Diario, 2017).

2.3 Población y muestra

Todo indicador se basó en el estudio de tenimesistas del Club BTY PERU - Trujillo que contaban con plan de entrenamiento constante y semanal hasta terminar el año.

Los requisitos fueron presentados para de alguna manera asegurar la población para el auto entrenamiento técnico deportivo profesional propuesto para el Tenis de Mesa.

Para éste estudio se consideró a 5 deportistas del club en mención, de ésta forma se obtiene información estadística confiable.

Dado que las diferentes poblaciones que se estudiaron son pequeñas (< 30), las muestras son igual a sus misma poblaciones por lo que no se aplicaron fórmulas para la obtención de estas.

Tabla 6: Tenimesistas en estudio

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	EDAD
1	Daniel Fernando Castro Otero	20
2	Fidel Maarten Aldave Roseboom	15
3	Minling Cao Veliz	12
4	Fabrizio Eduardo Mendoza Elías	11
5	Kaori Adriana Rodríguez Aurazi	11

Fuente: 2.3 Población y muestra

Elaboración: Propia

Indicador 1: Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.

- **Población:** Basada en reportes realizados una vez a la semana a modo de evaluación general de progreso para los 5 tenimesistas, contando con una población de **4 porcentajes promedios** de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.
- **Muestra:** Porcentaje promedio de buenos movimientos: **4 muestras**.

Indicador 2: Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento.

- **Población:** Basada en reportes realizados una vez a la semana a modo de evaluación general de progreso para los 5 tenimesistas, contando con una población de **4 cantidades promedio** de movimientos mal realizados en el entrenamiento.
- **Muestra:** Cantidad promedio de movimientos mal realizados. **4 muestras.**

Indicador 3: Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento.

- **Población:** Basada en datos promedios adquiridos de reportes interdiarios (lunes, miércoles y viernes) de los 5 tenimesistas, contando con una población de **12 datos promedios** sobre la temperatura corporal.
- **Muestra:** Temperatura corporal promedio de tenimesistas. **12 muestras.**

Indicador 4: Precisión de movimientos técnicos.

- **Población:** Basada en datos de precisión promedio por medición de inclinación corporal del tren superior obtenidos de reportes realizados una vez a la semana a modo de evaluación general de progreso para los 5 tenimesistas, por lo que se contará con una población de **4 datos promedios** de precisión en el entrenamiento.
- **Muestra:** Precisión por inclinación del tren superior. **4 muestras.**

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos fueron aplicados en el centro de entrenamiento del Club BTY PERU – Trujillo teniendo como ejemplares a tenimesistas diestros que tengan por lo menos 4 años entrenando y/o 3 años compitiendo con edad mínima de 11 años.

Tabla 7: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Fuente	Informante
Observación	Fichas de recolección de datos	Club BTY PERU - Trujillo	Entrenadores
Investigación bibliográfica	Ficha bibliográfica	Biblioteca BTY	Bibliotecarios

Fuente: 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Elaboración: Propia

Validación y confiabilidad

Se realizarán mediante:

- Juicio de experto

Basado en opiniones, criterios y recomendaciones dadas por profesionales y/o expertos de determinadas áreas con las que el proyecto se pueda relacionar de alguna u otra manera. (JOSE ESTERKIN, 2008)

2.5 Métodos de análisis de datos

Se realizaron medidas antes y después de usar el sistema sobre la variable dependiente, teniendo a la fase experimental como el estimulante para el cambio de ésta última, que luego fueron estudiadas para corroborar su desigualdad mediante hipótesis planteadas usando pruebas paramétricas (T de Student) y no paramétricas (Mc Nemar) de muestras relacionadas / estudio longitudinal (dos medidas) tras realizar pruebas de normalidad de datos.

2.6 Aspectos éticos

Se priorizará un entorno totalmente ético en la elaboración de éste proyecto, siguiendo los lineamientos necesarios de autenticidad, compromiso y responsabilidad para su fin exitoso.

III. RESULTADOS

3.1 Flujo de caja y rentabilidad

Tabla 8: Flujo de caja

	Periodo (12 meses)			
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	0.00	10'800.00	18'000.00	27,000.00
Ahorro Horas de Trabajo		9'000.00	9'000.00	9'000.00
Beneficios Proyectados		1'800.00	9'000.00	18'000.00
Egresos	7'743.90	3'822.00	3'822.00	3'822.00
Costo de Inversión	7'743.90			
Hardware	2'252.00			
Software	30.00			
Recursos Humanos	5'160.00			
Materiales y Servicios	292.00			
Consumo Eléctrico	9.90			
Costo de Operación		3'822.00	3'822.00	3'822.00
Consumo Eléctrico		30.00	30.00	30.00
Mantenimiento		480.00	480.00	480.00
Servicios otros al mes		3'312.00	3'312.00	3'312.00
Flujo de caja	- 7'743.90	6'978.00	14'178.00	23'178.00
Acumulado	- 7'743.90	- 765.90	13'412.10	36'590.10

Fuente: 3.1 Flujo de caja y rentabilidad

Elaboración: Propia

El flujo de caja con periodo basado en años de 12 meses, muestra la contrastación de ingresos y egresos a lo largo de 4 años teniendo en cuenta que el año 0 (2018) es el tiempo de desarrollo del presente proyecto; para los siguientes años se espera lograr autonomía de los tenimesistas en estudio para su auto-entrenamiento generando ahorro de horas de trabajo para los entrenadores, además, se estima la incorporación de nuevos miembros al club en horarios inéditos al día de hoy, lo cual incrementa notoriamente los ingresos proyectados.

En *ANEXOS – Estudio de factibilidad*, se detalla con mayor amplitud los Ingresos, Egresos, Costos, entre otros ítems.

Tabla 9: Rentabilidad

Criterio	Valor	
VAN – Valor Anual Neto	24,284.4422	
B/C – Relación Beneficio - Costo	2.4744	
TIR – Tasa Interna de Retorno	127.99%	
TRC – Tiempo de Recuperación de Capital	1 año, 1 mes y 9 días	= 1 año y 2 meses

Fuente: 3.1 Flujo de caja y rentabilidad

Elaboración: Propia

Mediante el cuadro anterior se lograr observar una conveniencia clara para la ejecución del proyecto con una buena rentabilidad en comparación con la TMRA (15%) y la buena relación entre Beneficios - Costos.

Además se detalla un plazo moderado para la recuperación de lo invertido que, al tratarse de mensualidades para la membresía al club BTY, se llega al redondeo ideal de 1 año con 2 meses.

El análisis completo y detallado de cada criterio se archiva en *ANEXOS – Estudio de factibilidad – Análisis de rentabilidad*.

3.2 Indicador I: Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento.

Muestra 1: Se tomó 4 datos en formato porcentaje sobre buenos movimientos realizados en el entrenamiento: N = 4

A. Definición de variables

PPBMRE_s = Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento **sin** sistema.

PPBMRE_c = Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento **con** sistema.

B. Hipótesis estadísticas

H₀ = El porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento sin sistema **es mayor o igual que** el porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento con sistema.

$$H_0 = PPBMRE_s - PPBMRE_c \geq 0$$

H_a = El porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento sin sistema **es menor que** el porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento con sistema.

$$H_a = PPBMRE_s - PPBMRE_c < 0$$

C. Nivel de significancia

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ equivalente a 5%, el nivel de confianza es $1 - \alpha$ igual a 0.95 equivalente a 95%.

Definido el margen de error, establecemos la confiabilidad en 95%.

D. Pruebas

➤ Prueba de normalidad

Teniendo una muestra igual a 4 sobre PPBMRE, se consideró solamente la prueba de normalidad llamada Shapiro-Wilk mediante el uso del programa IBM SPSS Statistics Versión 25, obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 10: Prueba de normalidad para Indicador I

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento sin sistema.	,805	4	,111

Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento con sistema.	,890	4	,383
---	------	---	------

Fuente: IBM SPSS Statistics V. 25.

Podemos observar, en la última columna, que los niveles de significancia estadística, o probabilidad de ocurrencia, en ambas variables son mayores a ,05 ($p > 0.05$) dando a entender que los datos son de **distribución normal**, en otras palabras, que fueron dados al azar sin ningún patrón y que si se vuelve a realizar la recolección de datos, puede que no sean los mismos.

➤ Selección de prueba estadística

Tabla 11: Tipos de pruebas estadísticas

Variables		Pruebas estadísticas			
		No paramétricas			Paramétricas
		Nominal Dicotómica	Nominal Politómica	Ordinal	Numérica
Muestras relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA

Fuente: 3.3 Indicador I

Elaboración: Propia

Haciendo de base al cuadro anterior, se usó la prueba de estadísticas paramétricas denominada **T de Student** para muestras relacionadas de dos medidas y así lograr conocer la desigualdad de éstas últimas mediante las hipótesis planteadas.

E. Región de rechazo

Al tener $N = 4$, el grado de libertad $N - 1$ es igual a 3, así, se obtiene el valor crítico de T de Student para $\alpha = 0.05$ según la tabla de distribución normal T adjunta en la sección *ANEXOS*.

$$\text{Valor crítico: } t_{\infty-0.05} = -2.353$$

La región de rechazo consiste en aquellos valores de “*t*” menores que **-2.353**.

F. Resultados de la hipótesis estadística

Tabla 12: Porcentajes promedios de buenos movimientos realizados en el entrenamiento

Pre-Test PPBMREs		Post-Test PPBMREc		D _i	D _i ²	(D _i - $\overline{D_i}$)	(D _i - $\overline{D_i}$) ²
Nº	Valor	Nº	Valor				
Semana 1	64.60 %	Semana 1	73.20 %	-8.60 %	73.96 %	0.85 %	0.7225 %
Semana 2	70.40 %	Semana 2	77.80 %	-7.40 %	54.76 %	2.05 %	4.2025 %
Semana 3	69.20 %	Semana 3	79.80 %	-10.60 %	112.36 %	-1.15 %	1.3225 %
Semana 4	69.40 %	Semana 4	80.60 %	-11.20 %	125.44 %	-1.75 %	3.0625 %
Suma	273.60 %	Suma	311.40 %	-37.8 %	1,428.84 %	0 %	9.31 %
Promedio	68.40 %	Promedio	77.85 %	-9.45 %	89.30 %	0 %	2.3275 %

Fuente: 3.3 Indicador I

Elaboración: Propia

La tabla anteriormente mostrada representa un contraste entre Pre-Test y Post-Test calculando Diferencias (D_i) y la misma al cuadrado para luego hacer una Sumatoria

de cada columna y finalmente obtener un Promedio diferencial sobre el **Porcentaje Promedio de Buenos Movimientos Realizados en el Entrenamiento**.

Para tener en cuenta, durante el levantamiento de datos en el Pre-Test, no se detalló el fin del método de observación durante la ejecución de la prueba a los tenimesistas en estudio para evitar sugerencias y lograr obtener datos lo más reales posibles de la situación actual de eficacia en la técnica de los mismos, obteniendo como resultado una clara falta de concentración posiblemente debido a la falta del constante monitoreo y la falta de constante corrección de técnica deportiva, algo que puede ser de difícil seguimiento y hasta tedioso considerando que se evalúan 100 movimientos por cada serie (semana) cada viernes a 5 diferentes deportistas, hasta ahora.

En contraparte notamos un incremento de efectividad de la técnica deportiva en la columna de Post-Test gracias al sistema en arduino a modo de wearable.

➤ **Diferencia promedio:**

$$\overline{PPBMRES} = \frac{\sum_{i=1}^n PPBMRES}{n} = \frac{273.60}{4} = 68.40$$

$$\overline{PPBMREC} = \frac{\sum_{i=1}^n PPBMREC}{n} = \frac{311.40}{4} = 77.85$$

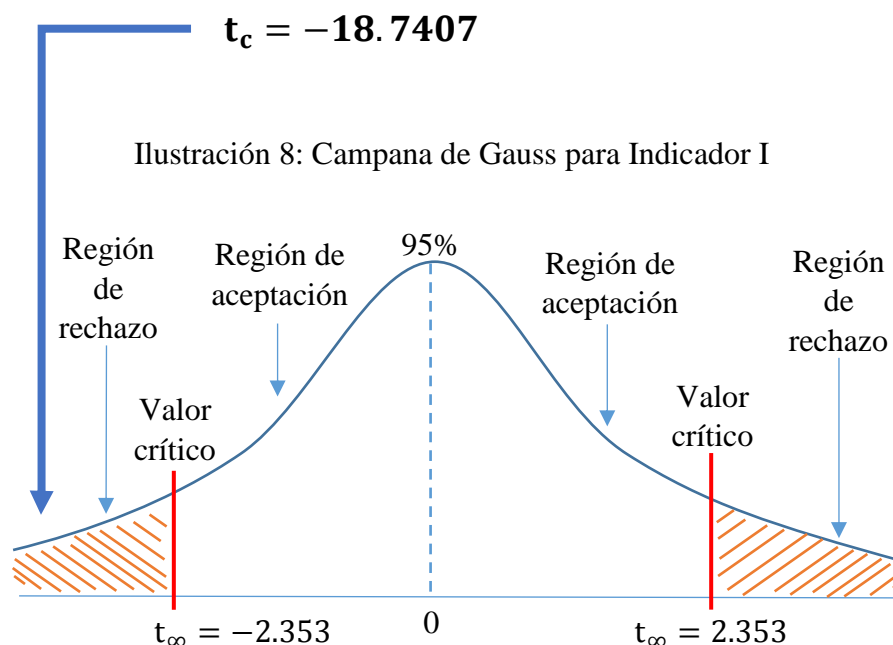
$$\text{Media aritmética: } \overline{D_i} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{-37.8}{4} = -9.45$$

➤ **Desviación estándar:**

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D_i})^2}}{N - 1} = \frac{\sqrt{9.31}}{4 - 1} = 1.0171$$

➤ **Cálculo de T:**

$$t_c = \frac{\bar{D}\sqrt{n}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{(-9.45)(\sqrt{4})}{\sqrt{1.0171}}$$



Fuente: 3.3 Indicador I

Elaboración: Propia

Lectura: Al conocer que t_c es igual a -18.7407, siendo menor que $t_{\alpha} = -2.353$ y estando este valor dentro de la región de rechazo, se acepta la H_a (hipótesis alterna) rechazando la H_0 (hipótesis nula).

G. Comparación de resultados

Tabla 13: Comparación de resultados - Indicador I

PPBMRE _s		PPBMRE _c		Incremento	
Valor	Representación	Valor	Representación	Valor	Representación
68.40	100.00 %	77.85	113.82 %	9.45	13.82 %

Fuente: 3.3 Indicador I

Elaboración: Propia

En el cuadro se compara el porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento (PPBMRE) **sin** y **con** sistema respectivamente; al final notamos

un incremento representado por el 13.82% que indica la mejora de la técnica deportiva de tenis de mesa en un mes de experimentación con el sistema.

3.3 Indicador II: Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento.

Muestra 2: Considerados 4 datos en forma de cantidades promedios sobre movimientos mal realizados en el entrenamiento: $N = 4$

A. Definición de variables

$CPMMRE_s$ = Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento **sin** sistema.

$CPMMRE_c$ = Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento **con** sistema.

B. Hipótesis estadísticas

H_0 = La cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento sin sistema **es menor o igual que** la cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento con sistema.

$$H_0 = CPMMRE_s - CPMMRE_c \leq 0$$

H_a = La cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento sin sistema **es mayor que** la cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento con sistema.

$$H_a = CPMMRE_s - CPMMRE_c > 0$$

C. Nivel de significancia

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ equivalente a 5%, el nivel de confianza es $1 - \alpha$ igual a 0.95 equivalente a 95%.

Definido el margen de error, establecemos la confiabilidad en 95%.

D. Pruebas

➤ Prueba de normalidad

Teniendo una muestra igual a 4 sobre CPMMRE, se consideró solamente la prueba de normalidad llamada Shapiro-Wilk mediante el uso del programa IBM SPSS Statistics Versión 25, obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 14: Prueba de normalidad para Indicador II

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento sin sistema.	,805	4	,111
Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento con sistema.	,890	4	,383

Fuente: IBM SPSS Statistics V. 25.

Podemos observar, en la última columna, que los niveles de significancia estadística, o probabilidad de ocurrencia, en ambas variables son mayores a ,05 ($p > 0.05$) dando a entender que los datos son de **distribución normal**, en otras palabras, que fueron dados al azar sin ningún patrón y que si se vuelve a realizar la recolección de datos, puede que no sean los mismos.

➤ Selección de prueba estadística

Tabla 15: Tipos de pruebas estadísticas

Variables		Pruebas estadísticas			
		No paramétricas			Paramétricas
		Nominal Dicotómica	Nominal Politómica	Ordinal	Numérica
Muestras relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA

Fuente: 3.4 Indicador II

Elaboración: Propia

Haciendo de base al cuadro anterior, se usó la prueba de estadísticas paramétricas denominada **T de Student** para muestras relacionadas de dos medidas y así lograr conocer la desigualdad de éstas últimas mediante las hipótesis planteadas.

E. Región de rechazo

Al tener $N = 4$, el grado de libertad $N - 1$ es igual a 3, así, se obtiene el valor crítico de T de Student para $\alpha = 0.05$ según la tabla de distribución normal T adjunta en la sección *ANEXOS*.

$$\text{Valor crítico: } t_{\infty-0.05} = 2.353$$

La región de rechazo consiste en aquellos valores de “*t*” mayores que **2.353**.

F. Resultados de la hipótesis estadística

Tabla 16: Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento

Pre-Test CPMMRE _s		Post-Test CPMMRE _c		D _i	D _i ²	(D _i – $\overline{D_i}$)	(D _i – $\overline{D_i}$) ²
Nº	Valor	Nº	Valor				
Semana 1	35.4	Semana 1	26.8	8.6	73.96	-0.85	0.7225
Semana 2	29.6	Semana 2	22.2	7.4	54.76	-2.05	4.2025

Semana 3	30.8	Semana 3	20.2	10.6	112.36	1.15	1.3225
Semana 4	30.6	Semana 4	19.4	11.2	125.44	1.75	3.0625
Suma	126.4	Suma	88.6	37.8	1,428.84	0	9.31
Promedio	31.6	Promedio	22.15	9.45	89.30	0	2.3275

Fuente: 3.4 Indicador II

Elaboración: Propia

La tabla mostrada representa un contraste entre Pre-Test y Post-Test calculando Diferencias (D_i) y la misma al cuadrado para luego hacer una Sumatoria de cada columna y finalmente obtener un Promedio diferencial sobre el **Cantidad Promedio de Movimientos Mal Realizados en el Entrenamiento**.

Para tener en cuenta, durante el levantamiento de datos en el Pre-Test, no se detalló el fin del método de observación durante la ejecución de la prueba a los tenimesistas en estudio para evitar sugerencias y lograr obtener datos lo más reales posibles de la situación actual de eficacia en la técnica de los mismos, obteniendo como resultado una clara falta de concentración posiblemente debido a la falta del constante monitoreo y la falta de constante corrección de técnica deportiva, algo que puede ser de difícil seguimiento y hasta tedioso considerando que se evalúan 100 movimientos por cada serie (semana) cada viernes a 5 diferentes deportistas, hasta ahora.

En contraparte notamos un incremento de efectividad de la técnica deportiva en la columna de Post-Test gracias al sistema en arduino a modo de wearable.

➤ **Diferencia promedio:**

$$\overline{CPMMREs} = \frac{\sum_{i=1}^n CPMMREs}{n} = \frac{126.40}{4} = 31.60$$

$$\overline{CPMMREc} = \frac{\sum_{i=1}^n CPMMREc}{n} = \frac{88.60}{4} = 22.15$$

Media aritmética: $\overline{D}_i = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{37.8}{4} = 9.45$

➤ **Desviación estándar:**

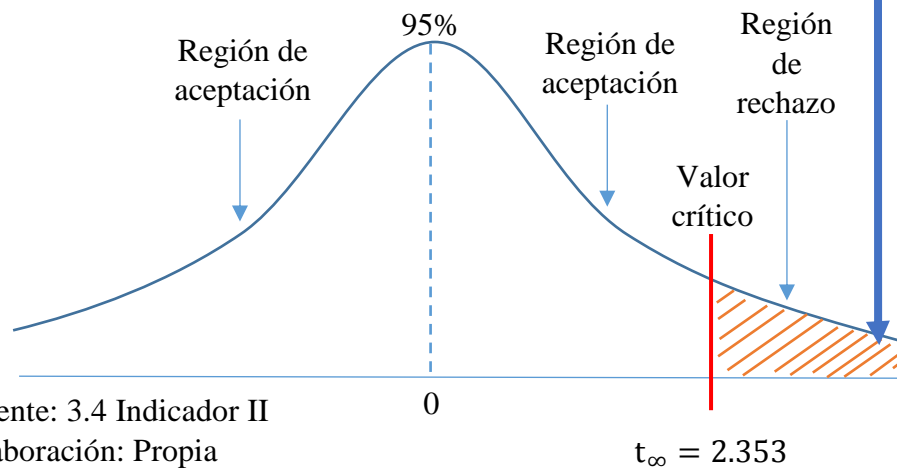
$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D}_i)^2}}{N - 1} = \frac{\sqrt{9.31}}{4 - 1} = 1.0171$$

➤ **Cálculo de T:**

$$t_c = \frac{\overline{D}\sqrt{n}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{(9.45)(\sqrt{4})}{\sqrt{1.0171}}$$

$$t_c = 18.7407$$

Ilustración 9: Campana de Gauss para Indicador II



Lectura: Al conocer que t_c es igual a 18.7407 siendo mayor que $t_\alpha = 2.353$ y estando este valor dentro de la región de rechazo, se acepta la H_a (hipótesis alterna) rechazando la H_0 (hipótesis nula).

G. Comparación de resultados

Tabla 17: Comparación de resultados - Indicador II

CPMMRE _s		CPMMRE _c		Incremento	
Valor	Representación	Valor	Representación	Valor	Representación
31.6	100.00 %	22.15	70.10%	9.45	- 29.90 %

Fuente: 3.3 Indicador II

Elaboración: Propia

En el cuadro se compara la cantidad promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento (CPMMRE) **sin** y **con** sistema respectivamente; al final notamos una disminución representada por el 29.90% que indica la mejora de la técnica deportiva de tenis de mesa en un mes de experimentación con el sistema.

3.4 Indicador III: Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento.

Muestra 3: Caracterizada por 12 datos en forma de promedios sobre la temperatura corporal de tenistas.

A. Definición de variables

PPLPE_s = Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento **sin** sistema.

PPLPE_c = Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento **con** sistema.

B. Hipótesis estadísticas

H₀ = La probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento sin sistema es menor o igual que la probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento con sistema.

$$H_0 = PPLPE_s - PPLPE_c \leq 0$$

H_a = La probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento sin sistema es mayor que la probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento con sistema.

$$H_a = PPLPE_s - PPLPE_c > 0$$

C. Nivel de significancia

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ equivalente a 5%, el nivel de confianza es $1 - \alpha$ igual a 0.95 equivalente a 95%.

Definido el margen de error, establecemos la confiabilidad en 95%.

D. Pruebas

➤ Prueba de normalidad

Teniendo una muestra igual a 12 sobre PPLPE, se consideró solamente la prueba de normalidad llamada Shapiro-Wilk mediante el uso del programa IBM SPSS Statistics Versión 25, obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 18: Prueba de normalidad para Indicador III

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento sin sistema.	.	12	.
Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento con sistema.	,640	12	,000

Fuente: IBM SPSS Statistics V. 25.

Podemos observar, en la última columna, que los niveles de significancia estadística, o probabilidad de ocurrencia, son menores a ,05 ($p < 0.05$) dando a entender que los datos son de **distribución libre (no necesariamente normal)**, llegando al debate de un posible hallazgo sobre algún patrón, ya que si se vuelve a realizar la recolección de datos en las condiciones previas a la implementación del sistema, existen muchas posibilidades de que sean los mismos valores.

➤ Selección de prueba estadística

Tabla 19: Tipos de pruebas estadísticas

Variables		Pruebas estadísticas			
		No paramétricas			Paramétricas
		Nominal Dicotómica	Nominal Politémica	Ordinal	Númérica
Muestras relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA

Fuente: 3.5 Indicador III

Elaboración: Propia

Haciendo de base al cuadro anterior y conociendo que los datos recolectados para éste “Indicador III” son de tipo dicotómicos donde los valores en 1 representan la existente probabilidad de lesión y los valores en 0 la no probabilidad de lesión física

por entrenamiento en temperaturas corporales inferiores a la ideal (37°C), se usó la prueba de estadísticas no paramétricas denominada **Mc Nemar** para muestras relacionadas de dos medidas; en éste tipo de prueba no se usan hipótesis de desigualdad, por lo que se establecieron hipótesis unilaterales con las cuales se logró conocer la dirección del cambio sobre las muestras.

E. Región de rechazo

Los datos dicotómicos recolectados están basados en dos tipos de alternativas tanto para el antes como para el después de la aplicación del sistema:

Tabla 20: Tabla de doble entrada para conteo de cambios

		Después	
		Probabilidad (P)	No probabilidad (NP)
Antes	No probabilidad (NP)	0	0
	Probabilidad (P)	5	7

Fuente: 3.5 Indicador III

Elaboración: Propia

Entonces para hallar el grado de libertad se usó la fórmula:

$$gl = (filas - 1)(columnas - 1)$$

Reemplazamos:

$$gl = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$gl = 1$$

Al tener hipótesis unilaterales, el nivel de significancia se dividió entre 2, obteniendo $\alpha = 0.025$ que fue la referencia para buscar el valor crítico en relación a $gl = 1$ en la tabla de distribución Chi-cuadrado adjunta en la sección *ANEXOS*.

$$\text{Valor crítico: } p_{gl-1} = 5.024$$

La región de rechazo consiste en aquellos valores de “*p*” mayores que **5.024**.

F. Resultados de la hipótesis estadística

Tabla 21: Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento

Pre-Test PPLPE _s		Post-Test PPLPE _c		Antes a Después			
Nº	(P)	Nº	(P)	P a P	P a NP	NP a P	NP a NP
Día 1	1	Día 1	1	1	-	0	0
Día 2	1	Día 2	0	-	1	0	0
Día 3	1	Día 3	1	1	-	0	0
Día 4	1	Día 4	1	1	-	0	0
Día 5	1	Día 5	0	-	1	0	0
Día 6	1	Día 6	0	-	1	0	0
Día 7	1	Día 7	0	-	1	0	0
Día 8	1	Día 8	1	1	-	0	0
Día 9	1	Día 9	0	-	1	0	0
Día 10	1	Día 10	0	-	1	0	0
Día 11	1	Día 11	1	1	-	0	0
Día 12	1	Día 12	0	-	1	0	0
Suma	12	Suma	5	5	7	0	0

Fuente: 3.5 Indicador III

Elaboración: Propia

La tabla, anteriormente mostrada, representa un contraste entre Pre-Test y Post-Test que permitió contabilizar la cantidad de cambios y permanencias de los valores en cada variable, notando sumatorias **en 0 de No Probabilidad (antes) a Probabilidad (después) y de No Probabilidad (antes) a No Probabilidad (después).**

Mediante el cuadro anterior, en la segunda columna de PPLPEs notamos que existen altas probabilidades de sufrir lesiones en el entrenamiento debido a que las temperaturas corporales promedio de los tenimesistas están por debajo de la temperatura ideal requerida para practicar deporte (37°C), cabe resaltar que ellos no conocían su temperatura corporal hasta después de terminar las primeras sesiones que son de calentamiento – estiramiento para luego usar un termómetro por 3 minutos en estado de reposo. En contraste, durante el Post-Test, el tenimesista podía conocer y controlar su temperatura en tiempo real, de ésta manera se sabía quiénes ya estaban preparados para la siguiente fase del entrenamiento diario, sin embargo existen casos de días en los que los deportistas presentaban fatiga y/o no culminaba la sesión de calentamiento, también algunos llegaban tarde y no realizaban toda esta primera sesión.

➤ **Cálculo para la prueba de Mc Nemar:**

Fórmula:

$$X^2 = \frac{(|A - D| - 1)^2}{A + D}$$

Donde:

A = NP a P

D = P a NP

Reemplazamos:

$$X^2 = \frac{(|0 - 7| - 1)^2}{0 + 7}$$

$$X^2 = \frac{(|-7| - 1)^2}{7}$$

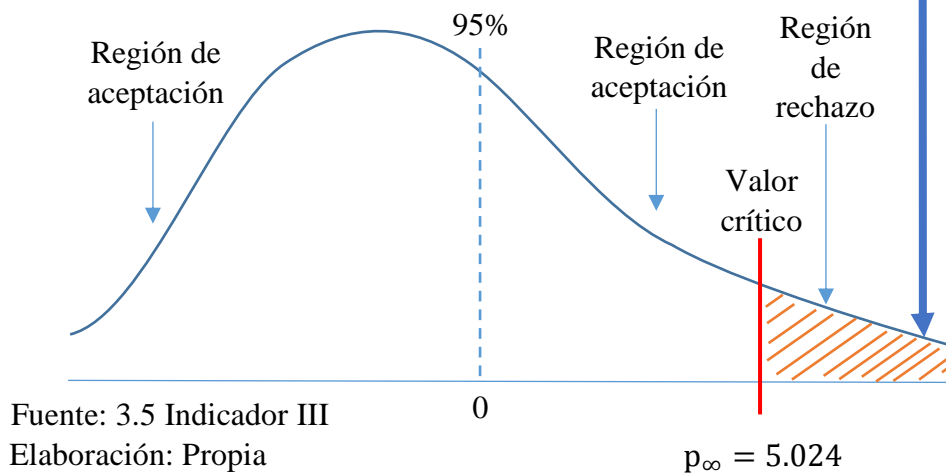
$$X^2 = \frac{(7 - 1)^2}{7}$$

$$X^2 = \frac{(6)^2}{7}$$

$$X^2 = \frac{36}{7}$$

$$X^2 = 5.1429$$

Ilustración 10: Representación gráfica de la prueba Chi-cuadrado



Lectura: Al conocer que X^2 es igual a 5.1429 siendo mayor que $P\alpha = 5.024$ y estando este valor dentro de la región de rechazo, se acepta la H_a (hipótesis alterna) rechazando, consecuentemente, la H_0 (hipótesis nula).

G. Comparación de resultados

Tabla 22: Comparación de resultados - Indicador III

PPLPEs		PPLPEc		Incremento	
Valor	Representación	Valor	Representación	Valor	Representación
1	100.00 %	0.4167	41.67 %	0.5833	- 58.33 %

Fuente: 3.5 Indicador III

Elaboración: Propia

En el cuadro se compara la probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento (PPLPE) **sin** y **con** sistema respectivamente; al final notamos una

disminución representada por el 58.33% que indica el mejor cuidado del deportista respecto a la temperatura ideal para entrenar sin probabilidades de lesión.

No se ha llegado a la eliminación total de la probabilidad de lesión por baja temperatura corporal debido a diferentes factores, entre ellos el tiempo tanto en la demora de la llegada de cada tenimesista en estudio al club como en la demora del uso del prototipo para cada uno de ellos ya que solamente se elaboró un wearable para los 5 deportistas y el tiempo de calentamiento establecido no puede superar 1 hora para evitar retrasos en el resto del entrenamiento diario.

3.5 Indicador IV: Precisión promedia de movimientos técnicos.

Muestra 4: Se tomó en cuenta 4 datos de precisión por medición de movimiento corporal en forma de promedio.

A. Definición de variables:

PPMT_s = Precisión promedia de movimientos técnicos **sin** sistema.

PPMT_c = Precisión promedia de movimientos técnicos **con** sistema.

B. Hipótesis estadísticas

H₀ = La precisión promedia de movimientos técnicos sin sistema **es mayor o igual que** la precisión promedia de movimientos técnicos con sistema.

$$H_0 = PPMT_s - PPMT_c \geq 0$$

H_a = La precisión promedia de movimientos técnicos sin sistema **es menor que** la precisión promedia de movimientos técnicos con sistema.

$$H_a = PPMT_s - PPMT_c < 0$$

C. Nivel de significancia

Considerando el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ equivalente a 5%, el nivel de confianza es $1 - \alpha$ igual a 0.95 equivalente a 95%.

Definido el margen de error, establecemos la confiabilidad en 95%.

D. Pruebas

➤ Prueba de normalidad

Teniendo una muestra igual a 4 sobre PPMT, se consideró solamente la prueba de normalidad llamada Shapiro-Wilk mediante el uso del programa IBM SPSS Statistics Versión 25, obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 23: Prueba de normalidad para Indicador IV

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Precisión promedia de movimientos técnicos sin sistema.	,863	4	,272
Precisión promedia de movimientos técnicos sin sistema.	,827	4	,161

Fuente: IBM SPSS Statistics V. 25.

Podemos observar, en la última columna, que los niveles de significancia estadística, o probabilidad de ocurrencia, en ambas variables son mayores a ,05 ($p > 0.05$) dando a entender que los datos son de **distribución normal**, en otras palabras, que fueron dados al azar sin ningún patrón y que si se vuelve a realizar la recolección de datos, puede que no resulten los mismos.

➤ Selección de prueba estadística

Tabla 24: Tipos de pruebas estadísticas

Variables		Pruebas estadísticas			
		No paramétricas			Paramétricas
		Nominal Dicotómica	Nominal Politómica	Ordinal	Numérica
Muestras relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student
	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA

Fuente: 3.6 Indicador IV

Elaboración: Propia

Haciendo de base al cuadro anterior, se usó la prueba de estadísticas paramétricas denominada T de Student para muestras relacionadas de dos medidas y así lograr conocer la desigualdad de éstas últimas mediante las hipótesis planteadas.

E. Región de rechazo

Al tener $N = 4$, el grado de libertad $N - 1$ es igual a 3, así, se obtiene el valor crítico de T de Student para $\alpha = 0.05$ según la tabla de distribución normal T adjunta en la sección *ANEXOS*.

$$\text{Valor crítico: } t_{\infty-0.05} = -2.353$$

La región de rechazo consiste en aquellos valores de “*t*” menores que -2.353.

F. Resultados de la hipótesis estadística

Tabla 25: Precisión promedio de movimientos técnicos

Pre-Test PPMTs		Post-Test PPMTc		D _i	D _i ²	(D _i - \bar{D}_i)	(D _i - \bar{D}_i) ²
Nº	Valor	Nº	Valor				
Día 1	57 %	Día 1	85 %	-28 %	784 %	1.25	1.5625 %
Día 2	56 %	Día 2	88 %	-32 %	1,024 %	-2.75	7.5625 %

Día 3	56 %	Día 3	86 %	-30 %	900 %	-0.75	0.5625 %
Día 4	58 %	Día 4	85 %	-27 %	729 %	2.25	5.0625 %
Suma	227 %	Suma	344 %	-117 %	3,437 %	0	14.75 %
Promedio	56.75 %	Promedio	86 %	-29.25 %	859.25 %	0	3.6875 %

Fuente: 3.6 Indicador IV

Elaboración: Propia

La tabla representa un contraste entre Pre-Test y Post-Test calculando Diferencias (D_i) y la misma al cuadrado para luego hacer una Sumatoria de cada columna y finalmente obtener un Promedio diferencial sobre el **Porcentaje Promedio de Buenos Movimientos Realizados en el Entrenamiento**.

Para tener en cuenta, durante el levantamiento de datos en el Pre-Test, no se detalló el fin del método de observación durante la ejecución de la prueba a los tenimesistas en estudio para evitar sugerencias y lograr obtener datos lo más reales posibles de la situación actual de precisión en la técnica de los mismos, obteniendo como resultado una clara falta de concentración posiblemente debido a la falta del constante monitoreo y la falta de constante corrección de técnica deportiva, algo que puede ser de difícil seguimiento y hasta tedioso considerando que se evalúan 100 movimientos por cada serie (semana) cada viernes a 5 diferentes deportistas, hasta ahora.

En el Post-Test notamos un incremento de precisión de la técnica deportiva gracias al sistema en arduino a modo de wearable.

➤ **Diferencia promedio:**

$$\overline{PPMTs} = \frac{\sum_{i=1}^n PPMTs}{n} = \frac{227}{4} = 56.75$$

$$\overline{PPMTc} = \frac{\sum_{i=1}^n PPMTc}{n} = \frac{344}{4} = 86$$

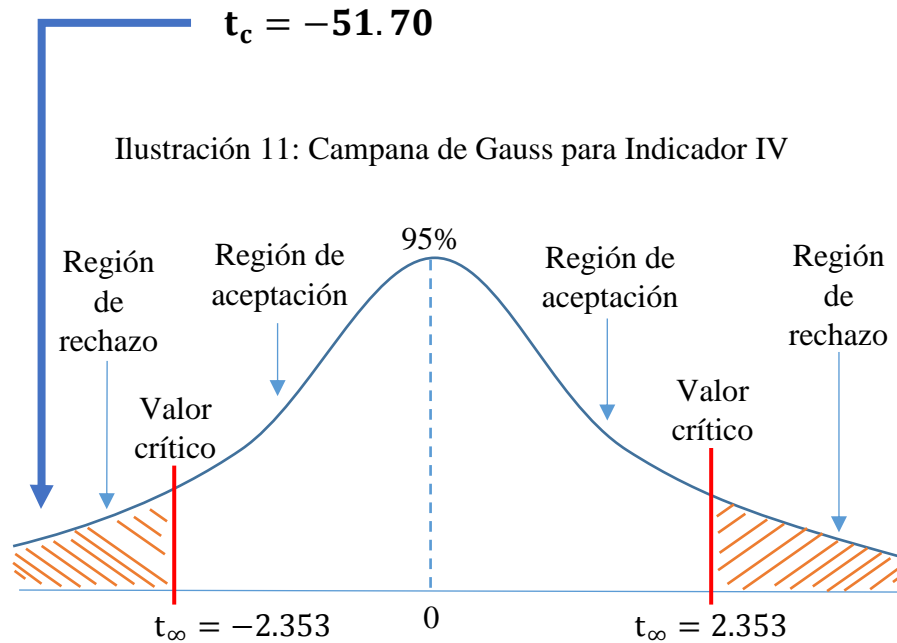
Media aritmética: $\overline{D_i} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} = \frac{-117}{4} = -29.25$

➤ **Desviación estándar:**

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (D_i - \overline{D_i})^2}}{N - 1} = \frac{\sqrt{14.75}}{4 - 1} = 1.2802$$

➤ **Cálculo de T:**

$$t_c = \frac{\overline{D}\sqrt{n}}{\sqrt{\sigma}} = \frac{(-29.25)(\sqrt{4})}{\sqrt{1.2802}}$$



Fuente: 3.6 Indicador IV

Elaboración: Propia

Lectura: Al conocer que t_c es igual a -51.70, siendo menor que $t_{\alpha} = -2.353$ y estando este valor dentro de la región de rechazo, se rechaza la H_0 (hipótesis nula) aceptando la H_a (hipótesis alterna).

G. Comparación de resultados

Tabla 26: Comparación de resultados - Indicador IV

PPMT _s		PPMT _c		Incremento	
Valor	Representación	Valor	Representación	Valor	Representación
56.75	100.00 %	86	151.54 %	29.25	51.54 %

Fuente: 3.6 Indicador IV

Elaboración: Propia

En el cuadro se compara el precisión promedia de movimientos técnicos (PPMT) **sin** y **con** sistema respectivamente; al final notamos un incremento representado por el 51.54 % que indica la mejora de la técnica deportiva de tenis de mesa en un mes de experimentación con el sistema.

IV. DISCUSIÓN

Basado en el método científico, ésta investigación de tipo aplicada/explicativa se realizó en base al diseño Pre-Experimental sobre un grupo de tenimesistas pertenecientes al club BTY PERÚ - Trujillo con el fin de mejorar sus respectivas técnicas en el deporte de su especialidad, teniendo una fase de Pre-Test concerniente a la recolección de datos en su situación inicial, en la cual, el investigador encuentra en una primera instancia al visitar las instalaciones y conocer sus entrenamientos, para luego, mediante un estímulo, en éste caso, un prototipo desarrollado sobre hardware y software Arduino a modo de wearable de la era tecnológica “IdT”, mejorar la eficacia del movimiento denominado TopSpin de ForeHand y, al mismo tiempo, cuidar el estado físico al controlar en tiempo real la temperatura corporal de cada uno de ellos, obteniendo resultados muy favorables para la tecnología, para el presente trabajo de investigación y para el club tenimesístico en cuestión en sólo un mes de aplicación.

Para el descarte de variables excesivas ajenas a la investigación, pero pertenecientes al tenis de mesa, se realizaron las respectivas recolecciones de datos mientras los tenimesistas en estudio realizaban entrenamiento con un robot lanza pelotas (entrenamiento inducido), que enfocaba éstas esferas a un solo punto sobre la mesa, en el lado del mesatenista, lo cual le exigía solo la ejecución del movimiento a investigar.

El primer indicador muestra los porcentajes promedios de buenos movimientos respecto a la técnica promovida en el club BTY, considerando un aspecto importante del tren superior como es el giro del mismo para una mejor ejecución del movimiento exigido. En un inicio (Pre-Test), el indicador muestra que aproximadamente el 68.4% del total de movimientos ejecutados en el entrenamiento inducido, son realizados correctamente, dejando una tajada importante al error, lo que conlleva a entender el bajo nivel técnico. Tras incluir el prototipo en las sesiones de entrenamiento, los tenimesistas podían conocer en cada ejecución de movimiento si el giro de cadera hecho era el correcto, por lo que la corrección del mismo era inmediata; ésta mejora es plasmada con el 77.85% aproximado de movimientos correctos usando el prototipo «*SporTTec*», lo que está representado por un incremento del 13.82% de buenos movimientos.

En contraste con uno de los trabajos previos citados en los capítulos anteriores, (Pérez Fernández, 2018) al aplicar su prototipo, desarrollado también con tecnología Arduino, en deportes de fuerza para mejorar el rendimiento del aspecto “Repetición máxima” en press de banca, sólo lograron obtener 3 muestras en la experimentación, debido a que el hardware

implementado no estaba bien soldado, motivo por el cual los sensores dejaron de funcionar. «*SporTTec*» tuvo problemas similares en un inicio (prototipo 1 de exhibición), dejando un historial de posibles futuras fallas en el Giroscopio implementado, ya que es sensible a la gravedad y a la presión, sin embargo, tras ejecutar código de calibración, éste reportó un mejor rendimiento. Por otro lado, los resultados obtenidos por (Pérez Fernández, 2018), son poco favorables para la tecnología Arduino ya que en cada RM (cada vez con mayor peso), los sensores detectaron una disminución de la velocidad de levantamiento de pesas de un máximo de 0.83 m/s a 0.76 m/s en una primera instancia, de 0.66 m/s a 0.60 m/s en una segunda instancia y finalmente de 0.5 m/s a 0.47 en una tercera instancia, lo que deja entendido que no mejora el rendimiento deportivo. Esta referencia de trabajo, también hace una crítica comparativa con otras tecnologías que se tuvieron en cuenta y que arrojaron mejores resultados gracias a su consistente hardware, éstas últimas son:

- ❖ Un dispositivo Speed4Lifts.
- ❖ Un Smartphone Samsung Galaxy S7 con cámara Full-HD.

Otra investigación citada, (The effect of one year of unstructured table tennis participation on motor coordination level among young recreational players., 2018), permite hacer un contraste entre, juego dirigido con entrenamiento y sin entrenamiento, siendo éste último método muy inadecuado como para esperar mejoras significativas en el desarrollo de un deportista, es así que se evidencia una ventaja muy por encima de jugar tenis de mesa con «*SporTTec*» a hacerlo sin éste, ya que dicho wearable permite el auto-entrenamiento.

Para el segundo indicador se tomaron en cuenta las cantidades de movimientos mal realizados en un entrenamiento inducido de 100 repeticiones, que toma como referencia el giro del tren superior; en el Pre-Test se encontró un promedio de 31.6 movimientos mal realizados por cada 100 ejecutados, número que podría explicar el bajo rendimiento deportivo; tras la implementación del wearable «*SporTTec*», la cantidad de errores reportados fue de 22.15 por cada 100 ejecuciones, logrando una reducción de 29.90% de malos movimientos, porcentaje que indica una mejora de la técnica deportiva de tenis de mesa del club BTY.

En el trabajo referenciado como (Castro, y otros, 2015), aplican estrategias didácticas, sin intervención de tecnología, para mejorar golpes básicos de Tenis realizados por niños, medido con evaluación oficial ITN; aquí se logra observar una mejora desde un Pre-Test de

39.875 puntos promedio a un Post-Test de 42.583 puntos promedio, que indica una mejora promedio de 2.708 puntos en una hora de observación para cada prueba. También se resalta que parte de la solución de mejora implica la motivación, lo cual nos da paso a hablar de la importancia del aspecto psicológico en los deportistas que incluye concentración, madurez, entre otros.

Para el estudio del Indicador III, se tomaron en cuenta muestras de temperatura corporal en tiempo real del momento en el que los tenimesistas terminan la fase de calentamiento para ingresar a entrenar en mesa, éste aspecto se relaciona a la probabilidad de lesiones, ya que, al estar por debajo de la temperatura ideal para practicar deporte, es posible sufrir alguna lesión por movimientos excéntricos, concéntricos y hasta por isométricos, dado que el tenis de mesa exige reacciones explosivas que implican velocidad y fuerza en milésimas de segundo. Es así que tenemos, que, en condiciones habituales de entrenamiento, los tenimesistas no llegaban al promedio de temperatura ideal reportando altos índices de lesión que se ven reflejados físicamente en los practicantes de éste deporte mediante días de descanso por molestias, estirones, calambres, etc., éste resultado se representa por un valor 1 = Probabilidad de lesión igual al 100% en el Pre-Test, que, luego de implementar el sistema en arduino, logramos obtener un 0.4167 igual al 41.67%, logrando una reducción del 58.33%; obviamente no es lo ideal (0 = No hay probabilidad de lesión) pero de alguna manera se llega al objetivo planteado (Disminuir la probabilidad de lesiones producto del entrenamiento) y ahora se tiene más control con un sistema que expresa la temperatura corporal en tiempo real.

En el estudio del indicador cuatro logramos obtener datos referentes a la precisión del movimiento técnico TopSpin de ForeHand con respecto a la inclinación del tren superior, tomando como referencia su ángulo, ya que, es mal realizado cuando el tenimesista se acerca a una posición de ángulo recto, ahí es cuando el movimiento ejecutado no tiene la potencia requerida. Así entonces, observamos en una primera instancia una sesión de entrenamiento inducido con robot lanzador de pelotas, en la cual el entrenador no intervino para corregir cada una de las 100 repeticiones y así observar el estado inicial de la técnica entrenada, obteniendo como Pre-Test una precisión promedio de 56.75, número que deja mucho margen de error, la cual puede explicar el bajo nivel técnico; en contraparte, luego de implementar «*SportTec*» a las sesiones de entrenamiento inducidas, logramos obtener como Post-Test

un 86 de precisión promedio de la técnica, logrando así un incremento representativo del 51.54%.

Para efectos de contraste, la tesis referenciada como (Hernández Hernández, 2005), realiza un análisis a los preíndices de la acción de ataque en el voleibol para mejorar la efectividad del bloqueo de voleibolistas del CDU Granada pertenecientes a la Primera División de España. Uno de los aspectos en estudio es la velocidad de reacción para bloqueo insertado en una variable denominada Tiempo de Respuesta, ésta fue mejorando y manteniéndose en la fase experimental dada semana a semana con los siguientes datos promedios en milésimas de segundo: 586.77 - 466.57 – 417.32 - 426.95 – 409.75; observamos a sí una mejora de la técnica deportiva aplicando proyección visual de preíndices a jugadoras de voleibol.

V. CONCLUSIONES

Finalmente, se logró mejorar la técnica de tenis de mesa del club BTY PERÚ – Trujillo al implementar un sistema inteligente en Arduino llamado «*SporTTec*», desarrollado en el presente trabajo de investigación, llegando a concluir con los siguientes puntos:

1. Se aumentó el porcentaje de buenos movimientos que los tenimesistas del club realizan durante entrenamientos inducidos por un robot lanzador de pelotas en sesiones semanales de 100 repeticiones a modo de evaluación de progreso sobre la técnica TopSpin de ForeHand, pasando de un promedio 68.40% a un promedio 77.85% de repeticiones bien hechas, entendiéndose que se incrementó aproximadamente un 9.45% de repeticiones buenas por cada jugador de tenis de mesa estudiado.
2. Se redujo la cantidad de movimientos mal realizados por los tenimesistas en sus evaluaciones, considerando, fundamentalmente, el giro del tren superior que incluye la rotación de la cintura, pasando de una cantidad promedio de 31.6 movimientos mal hechos a una cantidad promedio de 22.15 sobre los mismos, llegando a la conclusión, de que, por cada sujeto deportista estudiado, se eliminó un aproximado de 9.45 movimientos malos.
3. Se disminuyó la probabilidad de lesiones, de los mesatenistas, que pudieran ser causadas por entrenar con temperaturas corporales menores a la ideal para deportes de exigencia física (37°C), gracias a que «*SporTTec*» realizaba un seguimiento en tiempo real de ésta característica fisiológica importante, logrando pasar de un 100% de probabilidad a un 41.67% de la misma, no llegando al 0% ideal debido a diversos factores externos a la investigación que escapan del control de ésta, por mencionar algunos, la impuntualidad de algunos deportistas, el cansancio de sus rutinas diarias, entre otros.
4. Se aumentó la precisión de movimientos técnicos realizados por los tenimesistas en sus entrenamientos, teniendo, como principal característica de evaluación, al grado de inclinación del tren superior en cada una de sus 100 ejecuciones, observando en los resultados una precisión promedia de 56.75% en el Pre-Test, que luego pasaría a un Post-Test con 86% de precisión promedia, concluyendo, así, con un notorio incremento del 29.25%

5. Por último, se llegó a la conclusión de que el proyecto es económicamente atractivo debido a su alto nivel de rentabilidad justificado en sus indicadores, teniendo un VAN igual a 24,284.44 muy por encima del límite 0 mínimo dudoso, una buena relación Beneficio – Costo indicando que por cada sol invertido se obtiene S/ 2.47, la TIR reafirma la rentabilidad con su 127.99% en comparación con el 15% que puede ofrecer algún banco tras un depósito del capital, y para terminar, el tiempo de recuperación de la inversión es de 1 año, 1 mes y 9 días que al tratarse de membresías de pago mensual, se redondea a 1 año con 2 meses.

VI. RECOMENDACIONES

El investigador considera 3 aristas importantes para lograr recomendaciones holísticas:

1. Tema de investigación

- ❖ Como primer punto, y haciendo referencia a las características del Tenis de Mesa mencionadas en éste informe, el Club Deportivo tenimesístico BTY y el investigador, recomiendan a los lectores e involucrados a practicar éste deporte con el fin de fomentar una vida saludable.
- ❖ Se recomienda, a toda persona ligada al Tenis de Mesa, realizar investigaciones sobre el deporte en mención, ampliando las bases de datos existentes para temas relacionados, ya que existen otros aspectos no tratados en éste trabajo que pueden ser de extenso desarrollo, tales como:
 - Otros aspectos biomecánicos del tenimesista.
 - Otras técnicas de juego.
 - Velocidad de juego.
 - Precisión sobre mesa.
 - Desplazamiento en el área de juego.
 - Y más.
- ❖ El mundo ha entrado a la cuarta era tecnológica llamada ***“Internet del Todo”*** que incluye el desarrollo y fabricación de wearables para una gama amplia de sectores y necesidades, ante ello, se recomienda a todo investigador realizar trabajos sobre éstos temas que son el futuro de la tecnología, al mismo tiempo que hacemos presente el nombre de nuestro país en ésta revolución.

2. Metodología

- ❖ Cuando se realizan proyectos en base a tecnología Arduino, se recomienda al investigador usar la metodología de desarrollo denominada *“Modelo en V”* o *“De cuatro niveles”*, y fusionarla con otras diversas metodologías, aprovechando sus capacidades de flexibilidad para cubrir cada necesidad en los diferentes ciclos de vida.

3. Producto

❖ Si bien, el resultado tangible final de ésta investigación es un prototipo funcional que puede ser categorizado como *Producto Mínimo Viable*, existen muchos aspectos que pueden mejorar en versiones posteriores. Para esto, el investigador recomienda al club BTY:

- Migrar de la tarjeta Arduino UNO a una tarjeta LilyPad, de ésta manera se reduce aún más el peso total del wearable.
- Consecuentemente al punto anterior, dicha tarjeta tiene la característica de poder ser cocida en prendas con “*Hilo Conductor*” que permite el paso de bajo voltaje, algo muy recomendable para un mejor uso y transporte del producto.
- Fijar con mayor seguridad cada parte soldada, si es posible, contratar la ayuda de algún profesional para dicha tarea, ya que los sensores Arduino suelen tener cierta sensibilidad y latencia, perjudicando los datos en caso de cortos menores incluso.
- Si existe la posibilidad de contar con Internet, en algún Access Point cerca al lugar de entrenamiento con el wearable, se recomienda migrar a tarjetas Arduino con ESP8266 o posteriores, para lograr conectividad a la Red de Redes y obtener un seguimiento en tiempo real desde cualquier lugar y desde cualquier dispositivo mientras el deportista realiza su entrenamiento.
- En base al punto anterior; si es un club, asociación o cualquier otro grupo deportivo el interesado en contar con ésta tecnología para monitorear a sus integrantes, la conectividad a Internet es muy recomendada, ya que puede hacer seguimiento en tiempo real del desempeño de varios wearables a la vez, tras contar con una conexión directa a un servidor.

VII. REFERENCIAS

Referencias

¿Cómo evaluar el rendimiento técnico-táctico durante la competición del tenis de mesa? **Sáez Morales, Guillermo Pavel, y otros. 2018.** NÚM. 237, Buenos Aires : Lecturas: Educación Física Y Deportes, 22(237), 16-22., 2018, Vol. VOL. 22.

Álvarez Medina, Javier y Murillo Lorente, Víctor. 2015. Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento. *Revisión.* s.l. : Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte., 2015.

Antropología del Cuerpo. **Castillo Córdova, Genara. 2006.** 250-251, Piura : Universidad de Piura, 2006, Vol. I y II.

Arduino. 2018. Arduino. *What is Arduino?* [En línea] Arduino, 2018. [Citado el: 08 de 07 de 2018.] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>.

Artajo, Uxue, Lakidain, Ainhoa y Zabalza, Ane. Hegoalde Gikastola. [En línea] Hegoalde Gikastola. [Citado el: 28 de 11 de 2018.] http://www.hegoaldeikastola.com/adjunto_adjunto/tenis.pdf.

Bàdminton Club, Hortons. Bàdminton Club Hortons. [En línea] Bàdminton Club Hortons. [Citado el: 28 de 11 de 2018.] <https://badmintonclubhortons.jimdo.com/l-origen-del-b%C3%A0dminton/>.

Cabezuelo, Gloria y Frontera, Pedro. 2016. *El desarrollo psicomotor : Desde la infancia hasta la adolescencia.* Madrid : Narcea Ediciones, 2016. 9788427717244. 9788427722378..

Características de juego y estructura temporal en el tenis de mesa de alto nivel. **Pradas de la Fuente, Francisco, y otros. 2017.** 5-16, Huesca - España : REVISTA INTERNACIONAL DE DEPORTES, 2017, Vol. 19. edsbas.68E8DEF0.

Castro, Henry, Rodríguez, Camilo y Sanabria, Cristian. 2015. *Diseño e Implementación de una Estrategia Didáctica para Mejorar los Golpes Básicos del Tenis de Campo por Medio de los Juegos Perceptivo-Visuales, con Niños de 8 a 10 Años en la Academia de Tenis Hermanos Rincón Colombia.* Bogotá : Universidad Libre, 2015.

DBS. 2015. *Sensor de temperatura corporal automatizado.* Ciudad de México : Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, 2015. 3511090.

Desarrollo de una herramienta de observación individual del tenis de mesa. **Pradas De la Fuente, Francisco, y otros. 2012.** 255-268, Zaragoza : Journal of Sport and Health Research, 2012, Vol. 4(3). 1989-6239.

Diálogo con el autor: La fórmula del gol: secretos numéricos del deporte rey. **Cordero, Jaime y Ñopo, Hugo. 2018.** Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2018. edsbas.B5C1DF1F.

Diario, Ok. 2017. Ok Diario. [En línea] Ok Diario, 25 de 07 de 2017. [Citado el: 26 de 11 de 2018.] <https://okdiario.com/salud/2017/07/25/temperatura-corporal-normal-58749>.

Echeverri Ramos, José Albeiro. 2015. Modelos de desarrollo deportivo y factores condicionantes relacionados con el desarrollo del talento deportivo. *VIREF*. Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física, 2015, Vol. 4, 2.

El fracaso escolar puede derivar de un mal uso de la tecnología. **A., García. 2011.** España : La Opinión de Murcia, 2011. vlex.317988523.

Electronics, MCI. 2018. ARDUINO.cl. [En línea] MCI Electronics, 10 de 12 de 2018. [Citado el: 10 de 12 de 2018.] <https://arduino.cl/arduino-uno/>.

Elias, Norbert y Dunning, Eric. 2015. *Deporte y ocio en el proceso de la civilización*. Mexico : Fondo de Cultura Económica, 2015. 978-607-16-3112-1 (ePub).

Enríquez Rojas, Tatiana y Tigrero Arreaga, Jessica Margarita. 2015. *Guía metodológica para la enseñanza del tenis de mesa en la categoría infantil de la escuela de educación básica Presidente Alfaro, cantón Salinas, provincia de Santa Elena, año lectivo 2014 – 2015*. Salinas : La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015.

Entre el derecho de los diseños y las patentes: la tecnología ponible. **Chávez Valdivia, Ana Karin. 2018.** No.41, Arequipa : Revista IUS, 2018, Vol. Vol.12. 1870-2147.

Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa. 2018. Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa. [En línea] Federación Deportiva Peruana de Tenis de Mesa, 2018. [Citado el: 08 de 07 de 2018.] <http://fepetemeperu.com/>.

Fédération Française de Badminton. FFBAD. *Fédération Française de Badminton*. [En línea] Fédération Française de Badminton. [Citado el: 28 de 11 de 2018.] <http://www.ffbad.org/la-ffbad/memoire-du-badminton/>.

Godoy-Izquierdo, Débora, Vélez, Mercedes y Pradas, Francisco. 2009. *NIVEL DE DOMINIO DE LAS HABILIDADES PSICOLÓGICAS EN JÓVENES JUGADORES DE TENIS DE MESA, BÁDMINTON Y FÚTBOL*. Barcelona : Revista de Psicología del Deporte., 2009. Vol. Vol. 18 Issue 1. 1132-239X.

Gómez Lav, Carlos Arnulfo Rigel y Vásquez Ferreccio, Alejandro. 2015. *Centro Administrativo del Deporte Olímpico del Perú*. Lima : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, 2015.

Gómez Palomo, Sebastián Rubén y Moraleda Gil, Eduardo Antonio. 2014. *Aproximación a la Ingeniería de Software*. Madrid : Centro de Estudios Ramón Areces S. A., 2014. 978-84-9961-093-1.

Habilidades psicológicas para la mejora del rendimiento en tenis de mesa. **López, Juan Carlos y Dolores, María. 2009.** 1, Murcia : Cuadernos de Psicología del Deporte, 2009, Vol. 9. 1578-8423.

Hernández Hernández, María Elena. 2005. *Efectos de la aplicación de un sistema automatizado de proyección de preíndices en la mejora de la efectividad de la acción de bloqueo en Voleibol*. Granada : Editorial de la Universidad de Granada, 2005. 84-338-3311-1.

Hernández Moreno, José, y otros. 2000. *La iniciación a los deportes desde su estructura y dinámica*. [INDE Publicaciones] Barcelona : INO Reproducciones S.A., 2000. 84-95114-51-8.

Hontangas Carrascosa, Julián. 2016. *El derecho a la salud en el deporte*. Lérida : Universitat de Lleida, 2016. edstdx.10803.386457.

ITTF. 2018. International Table Tennis Federation. [En línea] 08 de mayo de 2018. [Citado el: 08 de mayo de 2018.] <https://www.ittf.com/>.

JOSE ESTERKIN. 2008. iaap.wordpress. [En línea] 22 de febrero de 2008. [Citado el: 15 de mayo de 2018.] <https://iaap.wordpress.com/2008/02/22/que-es-el-juicio-de-expertos/>.

La mayoría de los niños madrileños practica poco deporte. Negocios, La Gaceta de los. **2011.** España : La Gaceta de los Negocios, 2011. vlex.308583610.

La termoregulación en los corredores. **Prieto, Joel. 2013.** s.l. : ForoAtletismo, 2013.

Lic. Pinzón, Juvanny Javier y Hernandez, Kevin Eduardo. 2015. *TENIS DE MESA*. TEGUCIGALPA MDC : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS, 2015.

Lic. Ramón Espartaco, Barba Guzmán. 2013. *La Metodología del Tenis de Mesa en el Rendimiento Deportivo de los Deportistas de Federación Deportiva de Morona Santiago*. Ambato - Ecuador : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2013.

LSTM-Guided Coaching Assistant for TableTennis Practice. **Se-Min Lim, Hyeong-Cheol Oh, Jaein Kim, Juwon Lee, Jooyoung Park. 2018.** 4112, Seúl : Sensors, 2018, Vol. 18(12).

Menacho Anta, Cristian. 2017. *Sensor inalámbrico de velocidad para el Ejercicio de Press de Banca mediante microcontrolador Arduino*. Valencia : Universitat Politècnica de València, 2017.

OBREGÓN NEIRA , NELSON y FRAGALA, FEDERICO. *Sistemas inteligentes, ingeniería e hidroinformática*. Nueva Granada : Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina. 0124-8170, N°13.

Ortega Ortega, Aramis Mauricio. 2015. *Propuesta de mejora para la gestión de adquisiciones del Club Tennis Las Terrazas Miraflores*. Lima : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2015.

Pérez Fernández, Samuel. 2018. *Aplicación de Tecnologías Wireless a los Deportes de Fuerza Como Mejora de Rendimiento*. Cantabria : UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, 2018.

Pierre de Coubertin y los primeros Juegos Olímpicos de Atenas 1896. **Saint-Martin, Jean. 2016.** p21-41. 21p., 2016, Vol. Issue 65. 1665-1715.

Real Academia Española. Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española*. [En línea] [Citado el: 08 de mayo de 2018.] <http://dle.rae.es/?id=CFEFwiY>.

Rodríguez Mimbela, Marco Tulio. 2018. Liga Deportiva de Tenis de Mesa de Trujillo - Región La Libertad - Perú. [En línea] Liga Deportiva de Tenis de Mesa de Trujillo - Región La Libertad - Perú, 01 de 12 de 2018. [Citado el: 01 de 12 de 2018.] <https://www.facebook.com/groups/LIGA-DEPORTIVA-DE-TENIS-DE-MESA-DE-TRUJILLO-REGION-LA-LIBERTAD-PERU-344324302314342/>.

SAC., Naylamp Mechatronics. 2018. Naylamp Mechatronics. [En línea] Naylamp Mechatronics SAC., 10 de 12 de 2018. [Citado el: 10 de 12 de 2018.] https://naylampmechatronics.com/blog/45_Tutorial-MPU6050-Aceler%C3%B3metro-y-Giroscopio.html.

Sánchez Espinoza, Gustavo. 2012. *Manual Metodológico de Tenis de Mesa para el Mejoramiento de los Síntomas del Transtorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) en niños y niñas de 8 a 10 años.* Santiago De Cali : Universidad Del Valle, 2012.

Temperatura corporal, un pilar básico en la práctica de deportes al aire libre.
Ciencia/Salud. 2002. s.l. : La Nación, 2002.

The effect of one year of unstructured table tennis participation on motor coordination level among young recreational players. V **Chagas, Daniel, Paixão Macedo, Laryssa y Batista, Luiz Alberto. 2018.** 223-227, Rio de Janeiro : Archivos de Medicina del Deporte, 2018, Vol. 35(4).

ULTM. 2018. Unión Latinoamericana de Tenis de Mesa. [En línea] 2018. [Citado el: 08 de mayo de 2018.] <http://ultm.org>.

Unidad Editorial Información General, S.L.U. 2015. A correr, pero protegidos de golpes de calor. *El Mundo; Madrid.* Unidad Editorial Información General, S.L.U., 2015, Vol. Jun 13, Pg. 42.

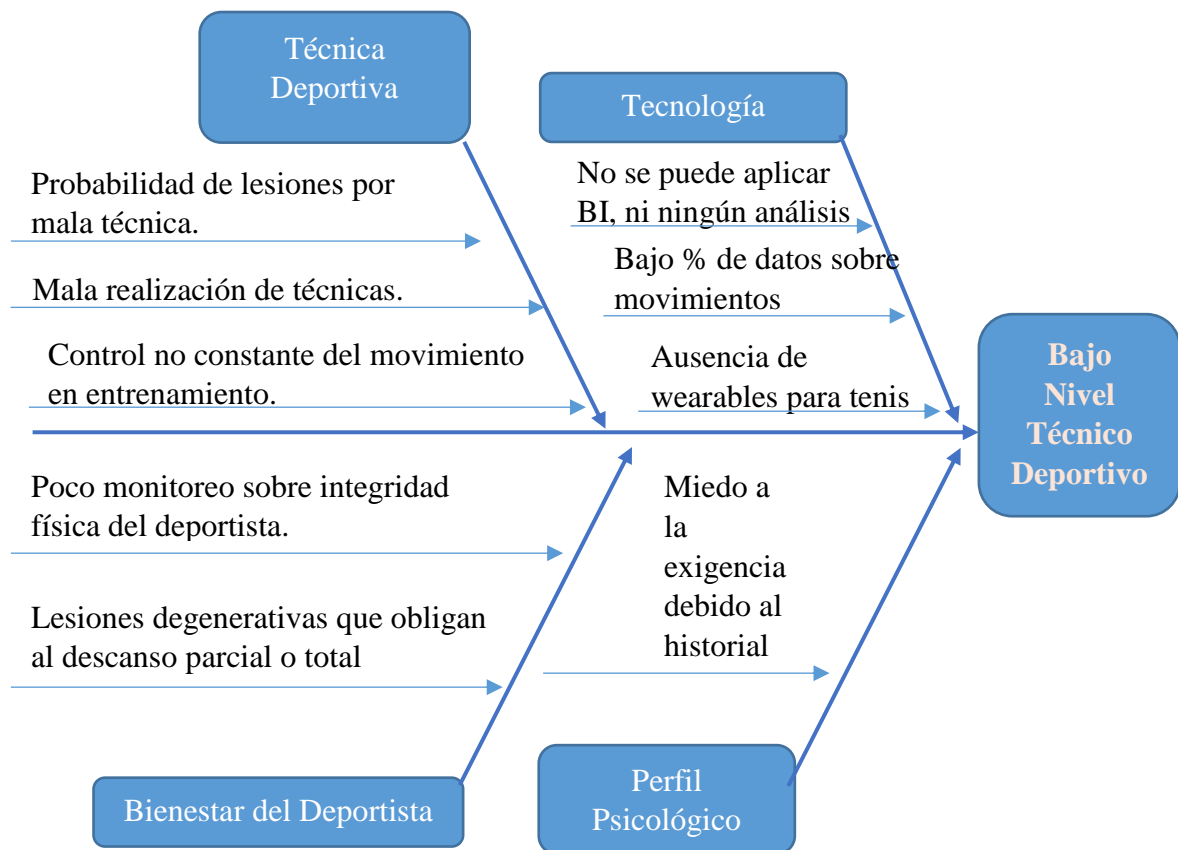
Varsi-Rospigliosi, Enrique. 2018. *Derecho deportivo en el Perú.* Lima : Universidad de Lima, Fondo Editorial, 2018. 978-9972-45-440-0.

Walker, Brad y Günther Bell, Mónica. 2010. *La anatomía de las lesiones deportivas.* Badalona : Editorial Paidotribo, 2010. 9788499100197. 9788499101200..

Zuleta, Claudio y Pino Vega, Rodrigo. 2005. Manual de Capacitación en Iniciación Deportiva en Tenis de Mesa. *MANUAL DE CAPACITACION EN INICIACION DEPORTIVA EN TENIS DE MESA.* s.l. : SERVISPORT LTDA., 2005.

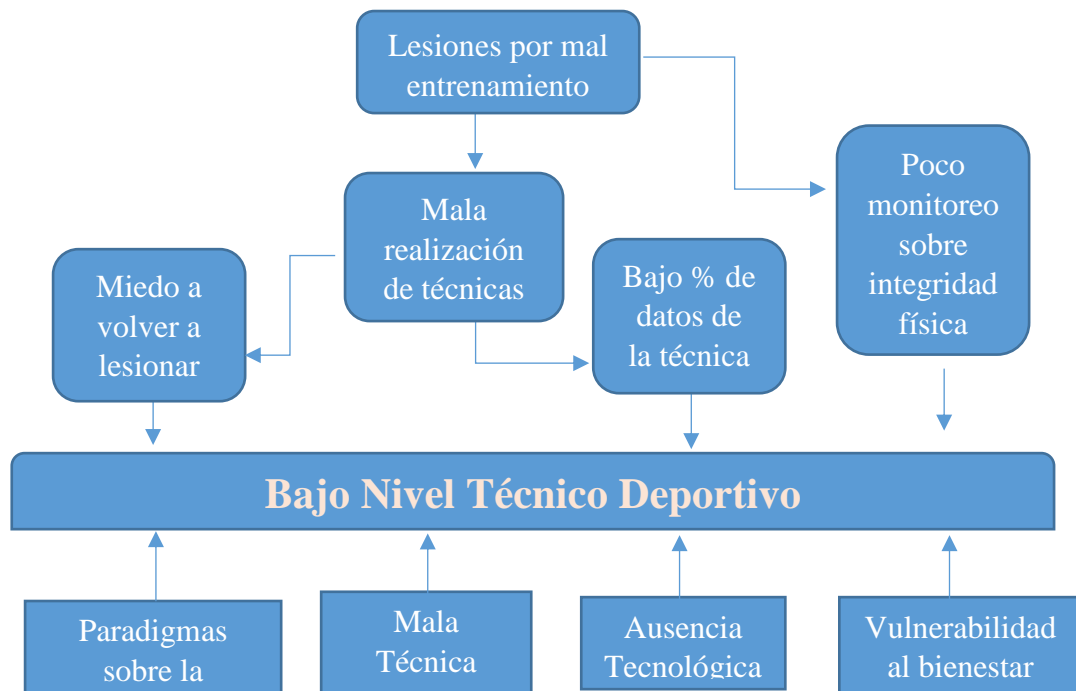
ANEXOS

1) Diagrama de Ishikawa Causa – Efecto



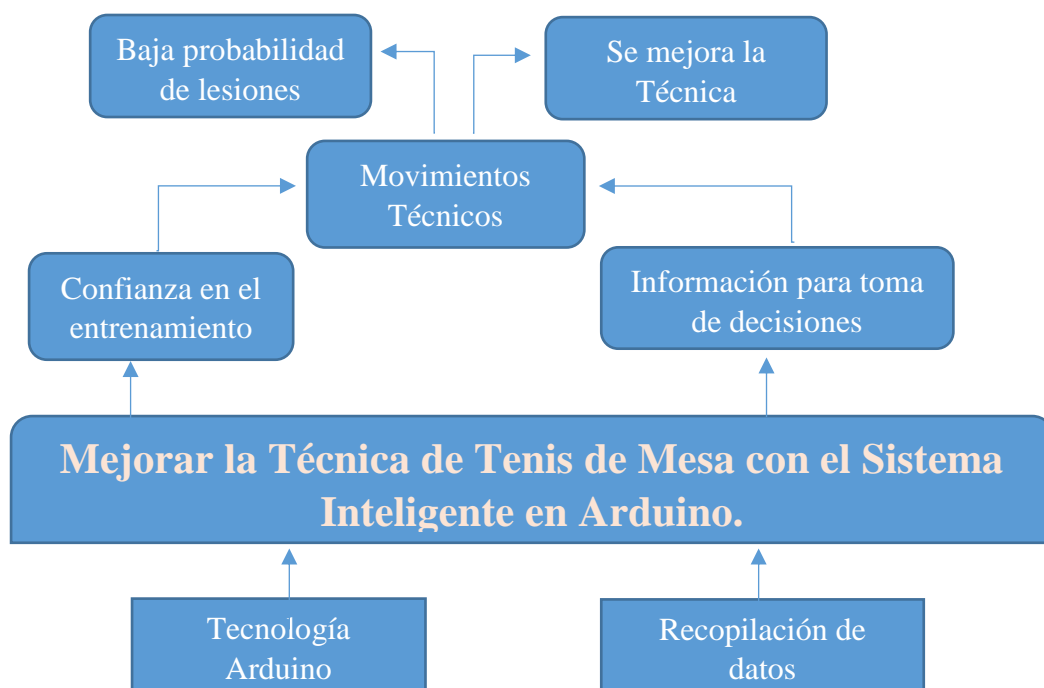
Fuente: ANEXOS 1) Diagrama de Ishikawa Causa – Efecto
Elaboración: Propia

2) Árbol de problemas



Fuente: ANEXOS 2) Árbol de problemas
Elaboración: Propia

3) Árbol de soluciones



Fuente: ANEXOS 3) Árbol de soluciones
Elaboración: Propia

4) Estudio de factibilidad

➤ Estructura de costos

✓ Costos de inversión

- Hardware

Tabla 27: Costos de Inversión - Hardware

Cod. MEF	Recurso	Cantidad	Precio/Unidad	Sub Total
2.6.32.31	Laptop LENOVO G50, AMD A8, 1TB, 8 GB	1	2000.00	2000.00
2.3.15.41	Arduino UNO 2560 R3 + cable USB	1	45.00	45.00
2.3.15.41	Extensión para puerto USB	1	15.00	15.00
2.3.15.41	Set de conectores Arduino	2	5.00	10.00
2.3.15.41	Case protector Arduino	1	30.00	30.00
2.3.15.41	Sensor de Temperatura por centígrado - LM35	1	7.00	7.00
2.3.15.41	Sensor Acelerómetro/Giroscopio MPU6050	1	20.00	20.00
2.3.16.12	Caja con puerto RJ 11	1	2.80	2.80
2.3.12.1	Faja/Banda elástica deportiva 1.80 cm.	1	45.00	45.00
2.3.16.12	Cable telefónico helicoidal	1	3.00	3.00
2.3.12.1	Muñequera deportiva	1	20.00	20.00
2.3.15.41	LED Diodo Azul	1	0.10	0.10
2.3.15.41	Resistencia de 330 Ohmios	1	0.10	0.10
2.3.16.12	Cable UTP Cat5 x 1m	1	1.00	1.00
2.3.15.41	Rollo de cinta aislante	1	5.00	5.00
2.3.15.41	Cautín simple	1	10.00	10.00
2.3.15.41	Pasta de soldar	1	10.00	10.00
2.3.15.41	Bobina de estaño	1	10.00	10.00
2.3.12.1	Tela de algodón x 1 mts2.	1	10.00	10.00
2.3.12.1	Pega-pega adhesivo tipo velcro 2cm x 2m	1	2.00	2.00
2.3.12.1	Elástico en velcro 1/2cm x 1m	1	1.00	1.00
2.3.12.1	Set de hilos y agujas	1	5.00	5.00
			TOTAL:	S/. 2'252.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Software

Tabla 28: Costos de Inversión - Software

Cod. MEF	Tipo	Nombre	Versión	Sub Total
2.6.61.32	Herramienta de Programación	Arduino IDE	1.8.7	0.00
2.6.61.32	Ofimática	Microsoft Office	2013	30.00
TOTAL:				S/. 30.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Recursos Humanos

Tabla 29: Costos de Inversión - RR. HH.

Cod. MEF	Personal	Función	Pago/Mes	Meses	Sub Total
2.3.27.15	Bach. Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía	Tesista	930.00	4	3720.00
2.3.27.12	Dr. Ing. Hugo José Luis Romero Ruiz	Asesor	180.00	4	720.00
2.3.27.12	Mg. Ing. Ricardo Manuel Guevara Ruiz	Asesor	180.00	4	720.00
TOTAL:					S/. 5'160.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Materiales y Servicios

Tabla 30: Costos de Inversión - Materiales

Cod. MEF	Material / Servicio	Medida	Cantidad	Precio Unit.	Sub Total
2.3.15.12	Lapiceros	Unidad	3	1.00	3.00
2.3.15.12	Papel Bond A4	Millar	2	12.00	24.00
2.3.15.41	Memoria USB 16 GB	Unidad	1	30.00	30.00
2.3.15.12	Fólder manila	Unidad	10	1.00	10.00
2.3.15.12	Agenda 2018	Unidad	01	25.00	25.00
2.3.15.12	Impresiones	Hoja	2000	0.10	200.00
TOTAL:					S/. 292.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Consumo Eléctrico

Se tomó en cuenta la actual disposición de entrenadores y deportistas dentro del local de entrenamiento para el desarrollo del proyecto complementado con pruebas reales inmediatas, por lo que se toma como referencia el horario de 6 p.m. a 9 p.m. de lunes a viernes todo el mes; 15 horas semanales por 4 meses (16 semanas) resultan en un total de 240 horas totales.

Tabla 31: Costo de Inversión - Consumo Eléctrico

Cod. MEF	Equipo	Cant.	Potencia		Frecuencia	Consumo	Costo		Sub Total
			Watts	KW			KW/H	KW/Hora	
2.6.32.31	Laptop Lenovo	1	100	0.10	240	24		0.4106	9.8544
								TOTAL:	S/. 9.90

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Aplicación web EQUIPU

Elaboración: Propia

Inversión Total

Tabla 32: Inversión Total

Factor	Monto
Hardware	2'252.00
Software	30.00
Recursos Humanos	5'160.00
Materiales y Servicios	292.00
Consumo Eléctrico	9.90
TOTAL:	S/. 7'743.90

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

✓ **Costos de operación mensual**

La puesta en marcha de la tecnología Arduino en el sistema estará a cargo del deportista para el entrenamiento autónomo o a cargo del entrenador/asistente que supervisará el desempeño tecnológico y deportivo.

- Consumo Eléctrico Mensual

Tabla 33: Costo de Operación - Consumo Eléctrico Mensual

Cod. MEF	Equipo	Cant.	Potencia		Frecuencia		Consumo	Costo	Sub Total
			Watts	KW	H/Día	Día/Mes	KW/H	KW/H	
2.6.32.31	Laptop Lenovo	1	100	0.10	3	20	6	0.4106	2.4636
								TOTAL:	S/. 2.50

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Aplicación web EQUIPU

Elaboración: Propia

- Costo de Mantenimiento Mensual

Tabla 34: Costo de Operación - Mantenimiento

Cod. MEF	Equipo	Cantidad	Nº Vezes	Costo / Vez	Sub Total
2.6.32.31	Laptop Lenovo	1	1	20	20.00
2.3.15.41	Prototipo con Arduino	1	1	20	20.00
				TOTAL:	S/. 40.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Servicios otros al mes

Tabla 35: Servicios otros al mes

Cod. MEF	Descripción	Unidad de medida mensual	Cant.	Costo/Unidad	Sub Total
3.2.21.299	Movilidad	Pasajes	24	1.50	36.00
2.3.22.23	Internet	Plan	1	30.00	30.00
2.3.11.11	Refrigerios	Refresco + Sándwich	12	5.00	60.00
-	Membresía	Mensualidad Club BTY	1	150.00	150.00
				TOTAL:	S/. 276.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

➤ **Beneficios del proyecto**

✓ **Intangibles**

- Mejora de la Técnica Deportiva de Tenis de Mesa.
- Mejora del prestigio del club.
- Mejora de la satisfacción de los miembros del club.
- Mejora del monitoreo del entrenamiento.
- Reducción de lesiones y molestias físicas.

✓ **Tangibles**

- Tiempo de Ahorro en Horas de Trabajo Mensual:

Con la tecnología deportiva, el entrenador no necesita presencia física en las sesiones de entrenamiento, haciendo que el deportista realice su rutina de forma autónoma.

Se considera un ingreso aproximado de **S/. 750.00** mensual por los 5 deportistas miembros del club en estudio para este proyecto, monto que es designado a los encargados de las sesiones diarias de entrenamiento.

Tabla 36: Tiempo de Ahorro de Trabajo Mensual

Cod. MEF	Personal	Sueldo / Hora	Horas mensuales ahorradas	Sub Total
2.3.27.12	Entrenador	11.11 aprox.	36	S/.400.00
2.3.27.12	Asistente	9.72 aprox.	36	S/. 350.00
			TOTAL:	S/. 750.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- **Ingresos Proyectados:**

La implementación de tecnología a las sesiones de entrenamiento llama la atención de deportistas externos que desean pertenecer al club BTY; así mismo, se pueden aperturar nuevos horarios de entrenamiento (considerando 5 tenimesistas = **S/. 750.00**) en los que el entrenador no puede asistir pero que el sistema puede monitorear; generando así mayores ingresos desde ambas perspectivas:

Tabla 37: Ingresos Proyectados

Año	Ingreso Proyectado	Incremento de Ingresos (%)	Beneficios
2019	S/. 9'000.00	20 %	S/. 1'800.00
2020	S/. 9'000.00	100 %	S/. 9'000.00
2021	S/. 9'000.00	200 %	S/. 18,000.00

Fuente: Anexos – Estudio de factibilidad

Elaboración: Propia

- Al tener limitaciones de tiempo – espacio en el centro de entrenamiento y por parte de los entrenadores, para los 3 años consiguientes se estima que el ingreso sea el mismo que el del año actual; sin embargo aplicando la tecnología wearable deportiva en el 2019 para auto-entrenamiento, se estima la incorporación de un tenimesista más en horario diurno que genera un 20% más de beneficios económicos para el club BTY, al 2020 se debería haber creado un horario especial con todo un equipo adicional (5 deportistas) que generan ingresos del 100% adicional.

Finalmente en el año 2021 se estima triplicar la cantidad original de equipos de 5, generando un incremento de ingresos de un 200%.

➤ **Análisis de rentabilidad**

✓ **VAN (Valor Anual Neto)**

Criterio de Evaluación:

- Cuando el VAN sea menor (<) a 0, indicará que el costo del proyecto será muy elevado con respecto a los beneficios que pueda generar éste mismo, teniendo ausencia clara de rentabilidad lo cual puede generar rechazos de los involucrados.
- Cuando el VAN sea mayor (>) a 0, indicará que el proyecto está en un alto potencial de rentabilidad por lo que será muy atractivo y beneficioso.
- Si el VAN es igual (=) a 0, indicará que está en el límite de rentabilidad respecto a su inversión, pudiendo ser poco atractivo ante los inversores.

La Tasa mínima aceptable de rendimiento:

- Tasa (TMAR) = 15%
- (Fuente: Banco de Crédito)

Formula:

$$VAN = -I_0 + \frac{(B - C)}{(1 + i)} + \frac{(B - C)}{(1 + i)^2} + \frac{(B - C)}{(1 + i)^3} \dots \dots n$$

Donde:

- I_0 es la inversión inicial o flujo de caja en el año 0.
- B son los beneficios tangibles.
- C son los costos de operaciones.
- n es el número de años.
- i es el valor de la TMAR.

Reemplazamos valores en la fórmula del VAN.

$$VAN = -7,743.90 + \frac{(10,800.00 - 3,822.00)}{(1 + 0.15)} + \frac{(18,000.00 - 3,822.00)}{(1 + 0.15)^2} + \frac{(27,000.00 - 3,822.00)}{(1 + 0.15)^3}$$

$$VAN = 24,284.4422$$

Interpretación:

Tras la aplicación de la fórmula, el Valor Anual Neto obtenido es de 24,284.44 Nuevos Soles lo que nos lleva a un criterio de evaluación positivo permitiéndonos afirmar que la ejecución del proyecto es totalmente conveniente.

✓ Relación Beneficio - Costo (B/C)

Esta fórmula tiene por objetivo encontrar la rentabilidad económica por cada Nuevo Sol que se invertirá en el proyecto, teniendo como referencia los ingresos y egresos previamente calculados.

Fórmula:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC} + \dots \dots \dots$$

Donde:

- **VAB** se refiere al Valor Actual de Beneficios.
- **VAC** se refiere al Valor Actual de Costos.

Fórmula del VAB:

$$VAB = \frac{B}{(1 + i)} + \frac{B}{(1 + i)^2} + \frac{B}{(1 + i)^3} + \dots \dots \dots$$

Reemplazamos valores en la fórmula del VAB.

$$VAB = \frac{(10,800.00)}{(1 + 0.15)} + \frac{(18,000.00)}{(1 + 0.15)^2} + \frac{(27,000.00)}{(1 + 0.15)^3}$$

$$VAB = 40,754.8286$$

Fórmula del VAC:

$$VAC = I_0 + \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} \dots \dots \dots$$

Reemplazamos valores en la fórmula del VAC.

$$VAC = 7,743.90 + \frac{3,822.00}{(1+0.15)} + \frac{3,822.00}{(1+0.15)^2} + \frac{3,822.00}{(1+0.15)^3}$$

$$VAC = 16,470.3864$$

Reemplazamos VAB y VAC en la fórmula B/C.

$$B/C = \frac{40,754.8286}{16,470.3864}$$

$$\frac{B}{C} = 2.4744$$

Interpretación:

El resultado nos muestra la rentabilidad generada por cada Nuevo Sol invertido, siendo ésta de S/. 2.47 Nuevos Soles.

✓ TIR (Tasa Interna de Retorno)

Indica la rentabilidad del proyecto, estando el criterio beneficioso en un TIR elevado.

$$0 = -I_0 + \frac{(B-C)}{(1+TIR)} + \frac{(B-C)}{(1+TIR)^2} + \frac{(B-C)}{(1+TIR)^3} \dots \dots \dots$$

Mediante una aplicación web, se calcula el TIR del presente proyecto de la siguiente manera:

Ilustración 12: Calculadora TIR

Calculadora TIR

¿Necesitas saber cuál es la rentabilidad de un proyecto? Con la Calculadora TIR puedes calcular fácilmente online la tasa de retorno de tu inversión.

Desembolso Inicial

7.743,90

Tasa Interna de Retorno (TIR)

127,99%

Limpiar formulario

AÑO	COBROS	PAGOS	FLUJOS DE CAJA
0			-7.743,90
1	10.800,0	3.822,0	6.978,00
2	18.000,0	3.822,0	14.178,00
3	27.000,0	3.822,0	23.178,00

Fuente: Aplicación web para calcular TIR (<https://es.calcuworld.com/calculadoras-empresariales/calculadora-tir/>)

TIR = 127.99%

Interpretación:

Podemos afirmar que la inversión sobre éste proyecto genera mayor rentabilidad (127.99%) en comparación con los beneficios de depositar el capital en un banco (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento = 15%).

✓ Tiempo de Recuperación de Capital

Lograremos conocer el tiempo que tomará recuperar la inversión sobre el proyecto, con ésta fórmula.

Fórmula:

$$TR = \frac{I_0}{(B - C)} \dots \dots \dots$$

Donde:

- **Io:** Capital Invertido
- **B:** Beneficios generados por el proyecto
- **C:** Costos Generados por el proyecto

Reemplazamos valores en la fórmula del TR:

$$TR = \frac{7,743.90}{(10,800.00 - 3,822.00)}$$

$$TR = 1.11$$

Descomponemos a continuación los tiempos del TR en:

1 año

$$0.11 \times 12 = 1.32 \text{ (1 mes)}$$

$$0.32 \times 30 = 9.6 \text{ (9 días)}$$

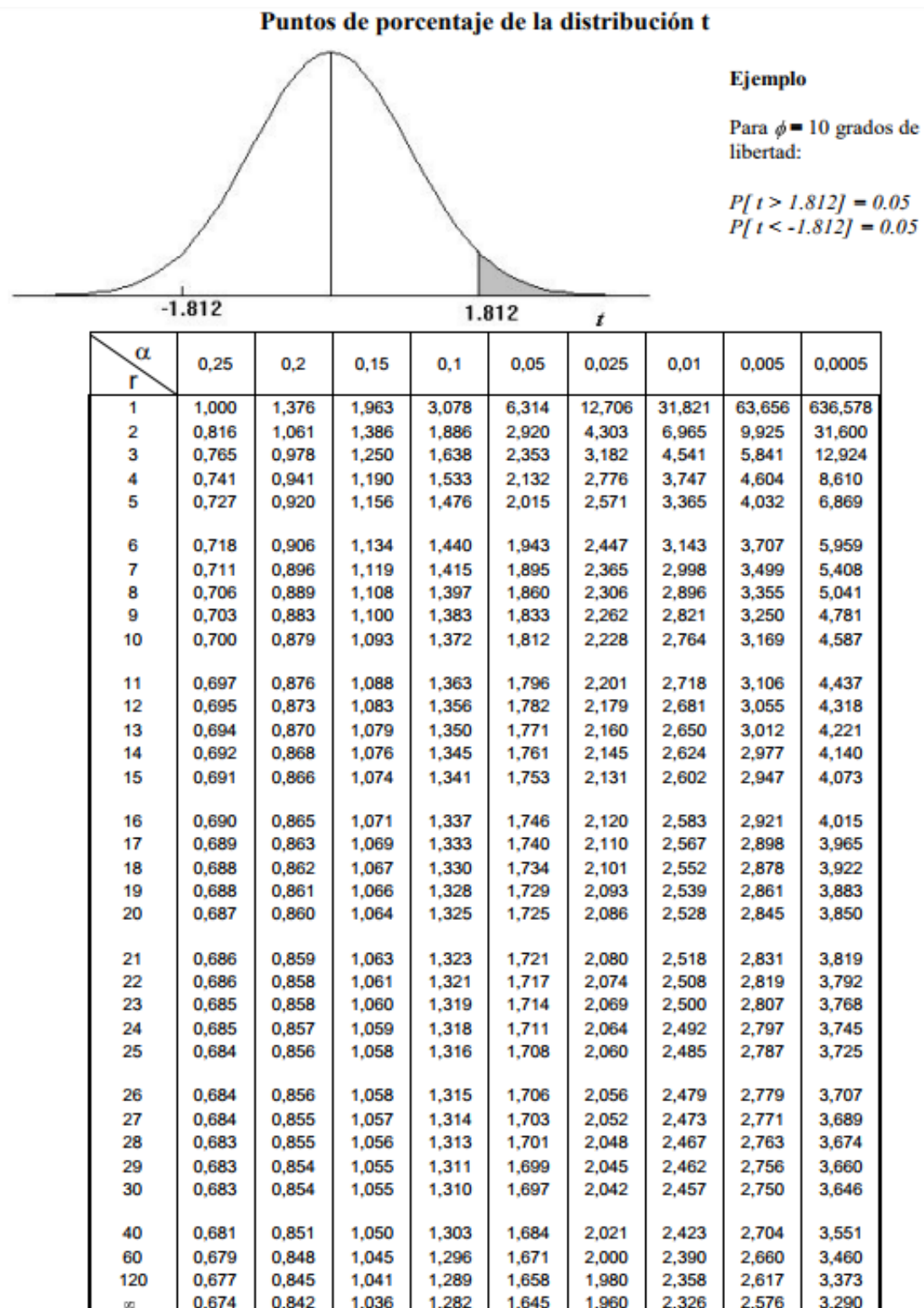
Interpretación:

El resultado (TR=1.11) indica que el capital a invertir en el proyecto, se recuperará en 1 año, 1 mes y 9 días.

Al tratarse de membresías mensuales en el club BTY, **redondeamos a 1 año con 2 meses** para la total recuperación del capital.

5) Tabla de distribución normal T

Ilustración 13: Tabla de distribución normal T



Fuente: ANEXOS 5) Tabla de distribución normal T

6) Tabla de distribución Chi-cuadrado

Ilustración 14: Tabla de distribución Chi-cuadrado

g=grados de libertad p=área a la derecha


El valor x de la tabla cumple que para X es chi-cuadrado con g grados de libertad $P(X>x)=p$

g	p										
	0.001	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	0.75	0.9	0.95	0.975	0.999
1	10.827	5.024	3.841	2.706	1.323	0.455	0.102	0.016	0.004	0.001	0
2	13.815	7.378	5.991	4.605	2.773	1.386	0.575	0.211	0.103	0.051	0.002
3	16.266	9.348	7.815	6.251	4.108	2.366	1.213	0.584	0.352	0.216	0.024
4	18.466	11.143	9.488	7.779	5.385	3.357	1.923	1.064	0.711	0.484	0.091
5	20.515	12.832	11.07	9.236	6.626	4.351	2.675	1.61	1.145	0.831	0.21
6	22.457	14.449	12.592	10.645	7.841	5.348	3.455	2.204	1.635	1.237	0.381
7	24.321	16.013	14.067	12.017	9.037	6.346	4.255	2.833	2.167	1.69	0.599
8	26.124	17.535	15.507	13.362	10.219	7.344	5.071	3.49	2.733	2.18	0.857
9	27.877	19.023	16.919	14.684	11.389	8.343	5.899	4.168	3.325	2.7	1.152
10	29.588	20.483	18.307	15.987	12.549	9.342	6.737	4.865	3.94	3.247	1.479
11	31.264	21.92	19.675	17.275	13.701	10.341	7.584	5.578	4.575	3.816	1.834
12	32.909	23.337	21.026	18.549	14.845	11.34	8.438	6.304	5.226	4.404	2.214
13	34.527	24.736	22.362	19.812	15.984	12.34	9.299	7.041	5.892	5.009	2.617
14	36.124	26.119	23.685	21.064	17.117	13.339	10.165	7.79	6.571	5.629	3.041
15	37.698	27.488	24.996	22.307	18.245	14.339	11.037	8.547	7.261	6.262	3.483
16	39.252	28.845	26.296	23.542	19.369	15.338	11.912	9.312	7.962	6.908	3.942
17	40.791	30.191	27.587	24.769	20.489	16.338	12.792	10.085	8.672	7.564	4.416
18	42.312	31.526	28.869	25.989	21.605	17.338	13.675	10.865	9.39	8.231	4.905
19	43.819	32.852	30.144	27.204	22.718	18.338	14.562	11.651	10.117	8.907	5.407
20	45.314	34.17	31.41	28.412	23.828	19.337	15.452	12.443	10.851	9.591	5.921
21	46.796	35.479	32.671	29.615	24.935	20.337	16.344	13.24	11.591	10.283	6.447
22	48.268	36.781	33.924	30.813	26.039	21.337	17.24	14.041	12.338	10.982	6.983
23	49.728	38.076	35.172	32.007	27.141	22.337	18.137	14.848	13.091	11.689	7.529
24	51.179	39.364	36.415	33.196	28.241	23.337	19.037	15.659	13.848	12.401	8.085
25	52.619	40.646	37.652	34.382	29.339	24.337	19.939	16.473	14.611	13.12	8.649
26	54.051	41.923	38.885	35.563	30.435	25.336	20.843	17.292	15.379	13.844	9.222
27	55.475	43.195	40.113	36.741	31.528	26.336	21.749	18.114	16.151	14.573	9.803
28	56.892	44.461	41.337	37.916	32.62	27.336	22.657	18.939	16.928	15.308	10.391
29	58.301	45.722	42.557	39.087	33.711	28.336	23.567	19.768	17.708	16.047	10.986
30	59.702	46.979	43.773	40.256	34.8	29.336	24.478	20.599	18.493	16.791	11.588
35	66.619	53.203	49.802	46.059	40.223	34.336	29.054	24.797	22.465	20.569	14.688
40	73.403	59.342	55.758	51.805	45.616	39.335	33.66	29.051	26.509	24.433	17.917
45	80.078	65.41	61.656	57.505	50.985	44.335	38.291	33.35	30.612	28.366	21.251
50	86.66	71.42	67.505	63.167	56.334	49.335	42.942	37.689	34.764	32.357	24.674
55	93.167	77.38	73.311	68.796	61.665	54.335	47.61	42.06	38.958	36.398	28.173
60	99.608	83.298	79.082	74.397	66.981	59.335	52.294	46.459	43.188	40.482	31.738
65	105.988	89.177	84.821	79.973	72.285	64.335	56.99	50.883	47.45	44.603	35.362
70	112.317	95.023	90.531	85.527	77.577	69.334	61.698	55.329	51.739	48.758	39.036
75	118.599	100.839	96.217	91.061	82.858	74.334	66.417	59.795	56.054	52.942	42.757
80	124.839	106.629	101.879	96.578	88.13	79.334	71.145	64.278	60.391	57.153	46.52
85	131.043	112.393	107.522	102.079	93.394	84.334	75.881	68.777	64.749	61.389	50.32
90	137.208	118.136	113.145	107.565	98.65	89.334	80.625	73.291	69.126	65.647	54.156
95	143.343	123.858	118.752	113.038	103.899	94.334	85.376	77.818	73.52	69.925	58.022
100	149.449	129.561	124.342	118.498	109.141	99.334	90.133	82.358	77.929	74.222	61.918

Fuente: ANEXOS 6) Tabla de distribución Chi-cuadrado


7) Instrumentos de recolección de datos

Ilustración 15: Cuadro de cantidades de movimientos técnicos



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
"Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica
de Tenis de Mesa del Club BTY PERU - Trujillo"



Bty Perú
Trujillo

Cuadro de cantidades de movimientos técnicos

FECHA

2018

Mes: _____

Día: _____

Movimiento Técnico:


Programación del Robot Multibolas: _____

Nº	NOMBRE	APELLIDO	Cantidad de Movimientos	Cantidad de Buenos Movimientos	Cantidad de Malos Movimiento	% de efectividad	Nº
1	Daniel	Castro			0	0.00%	1
2	Fidel	Aldave			0	0.00%	2
3	Minling	Cao			0	0.00%	3
4	Fabrizio	Mendoza			0	0.00%	4
5	Kaori	Rodríguez			0	0.00%	5
Total:			0	0	0	0.00%	
Promedio:			0	0	0	0.00%	

Fuente: ANEXOS 7) Instrumentos de recolección de datos

Elaboración: Propia


Ilustración 16: Cuadro con valores de precisión de movimientos técnicos



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

“Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de
Tenis de Mesa del Club BTY PERU - Trujillo”



Bty Perú
Trujillo

Cuadro con valores de precisión de movimientos técnicos

FECHA

2018

Mes

Día:

<p>Movimiento Técnico: TOP - SPIN</p>		<p>Programación del Robot</p>		<p>Landing: 1 -> Short 10 -> Under Spin</p>
<p>FORE - HAND</p>		<p>Multibolas:</p>		<p>4, 4, 3, 1</p>
<p>Cantidad de movimientos: 100</p>				<p>Frecuencia: 1</p>

Nº	NOMBRE	APELLIDO	Inclinación del tren superior		Precisión por deportista	Nº
			Movimientos con buena y mala precisión			
1	Daniel	Castro	B:	M:	0%	1
2	Fidel	Aldave	B:	M:	0%	2
3	Minling	Cao	B:	M:	0%	3
4	Fabrizio	Mendoza	B:	M:	0%	4
5	Kaori	Rodríguez	B:	M:	0%	5

Sumatoria de movimientos: 0

Promedios de movimientos: 0

0

0

Sumatoria de precisión: 0%

Promedio: 0%

Fuente: ANEXOS 7) Instrumentos de recolección de datos
Elaboración: Propia

Ilustración 17: Cuadro de temperaturas corporales de los tenimesistas



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
"Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica
de Tenis de Mesa del Club BTY PERU - Trujillo"



Cuadro de temperaturas corporales de los tenimesistas

FECHA

2018

Mes:

Semana:

Lunes:

Miércoles:

Viernes:

Temperatura Ambiente: _____

Nº	NOMBRE	APELLIDO	Temperaturas al terminar el calentamiento			Nº
			Lunes	Miércoles	Viernes	
1	Daniel	Castro				1
2	Fidel	Aldave				2
3	Minling	Cao				3
4	Fabrizio	Mendoza				4
5	Kaori	Rodríguez				5

Promedio:

--	--	--

Fuente: ANEXOS 7) Instrumentos de recolección de datos

Elaboración: Propia

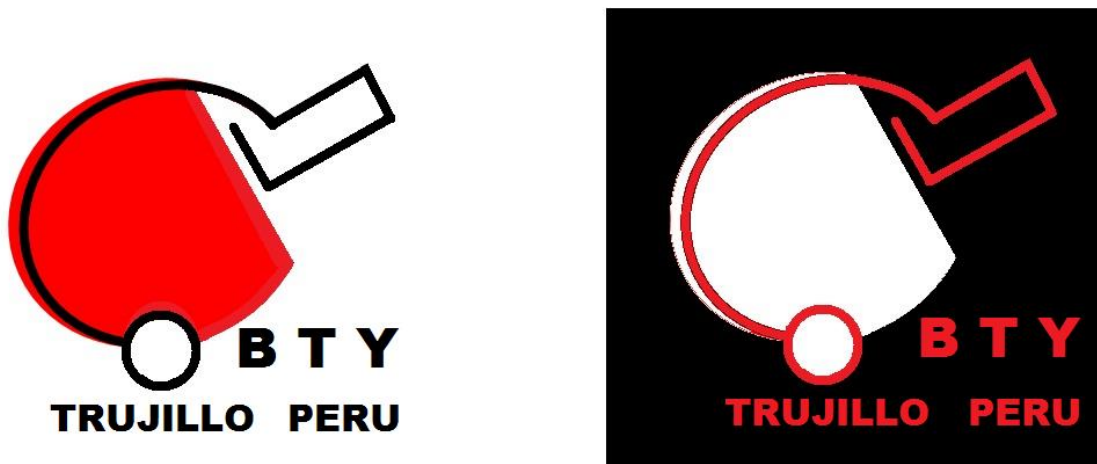
8) Club y evidencias

Ilustración 18: Logo BTY PERÚ – Trujillo



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 19: Insignia BTY PERÚ - Trujillo



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 20: Fachada del local



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 21: Uniforme del club BTY



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 22: Parte del equipo de tenimesistas junto a los entrenadores, de izquierda a derecha: Pietro Costa (Entrenador), Carlos Santivañez, Fausta Fupuy (Entrenadora), Jhonatan Pinedo, Fidel Aldave, Karol Paredes, Daniel Castro, Everleen Cabrera, Jorge Neciosup, Sebastián Lezama y Bruno Lezama



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 23: Mesas profesionales olímpicas dentro del local



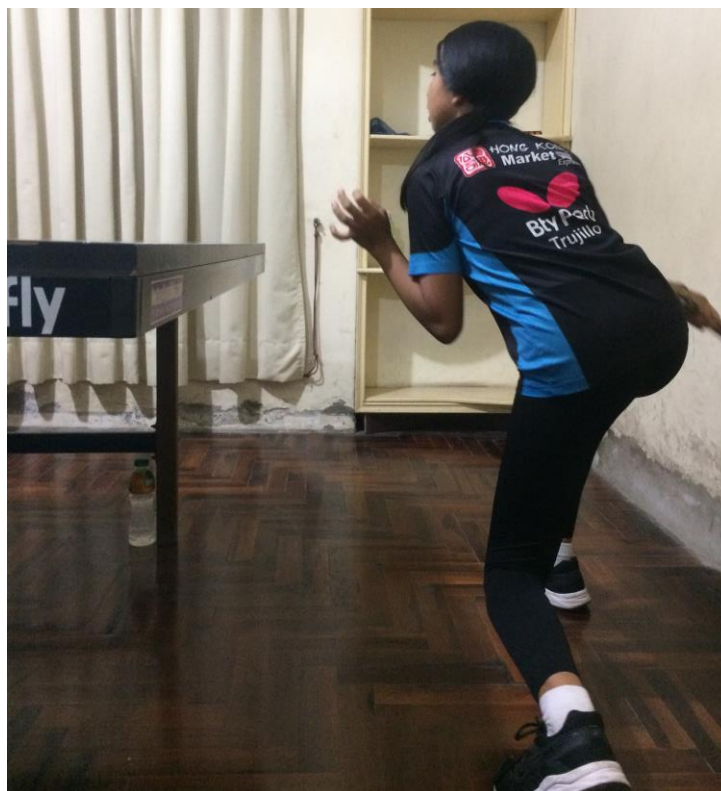
Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 24: Tenimesistas entrenando - Karol Paredes (polo verde) y Everleen Cabrera (polo amarillo)



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 25: Min Ling Cao, técnica TopSpin



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 26: William Cosio, mal inicio de la técnica TopSpin



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 27: Karol Paredes, técnica TopSpin



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 28: Correcto inicio de la técnica TopSpin - ITTF



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 29: Control del peso corporal sobre la punta de los pies



Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 30: Temperaturas corporales de tenimesistas 1

	$T_o (^{\circ}\text{C})$	$T_f (^{\circ}\text{C})$
Luis	36.6	
	36.5	36.6
Minling		
Everleen	36.2	37.2
Rodrigo	36.4	36.2
Scott	36.9	37.2
HERMES	36.3	36.5
Daniel	36.1	
Karol	36.7	

Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 31: Temperaturas corporales de tenimesistas 2

Luis		
Minling		
Everleen	36.5	
Rodrigo		
Scott		
HERMES		
Daniel	36.2	
Karol		

Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 32: Temperaturas corporales de tenimesistas 3

	$T_o (^{\circ}\text{C})$	$T_f (^{\circ}\text{C})$
Luis	---	---
Minling	36.3	36.5
Everleen	36.5	37.00
Rodrigo	36.3	36.00
Scott	---	---
HERMES	36.3	---
Daniel	36.0	---
Karol	36.3	---
Jhonatan	36.9	36.7
Sebas	---	36.2

Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 33: Temperaturas corporales de tenimesistas 4

	19°C	$T_o (^{\circ}\text{C})$	$T_f (^{\circ}\text{C})$
Luis			
Minling		37.0	37.2
Everleen			
Rodrigo			
Hermes			
Daniel		36.5	36.7
Karol			
Jhonatan			
Sebas		36.6	36.9
Scott		36.3	37.2
Fidel		36.4	36.4
Logan		36.6	36.7
Julio		36.3	36.5

Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

Ilustración 34: Temperaturas corporales de tenimesistas 5

	18°C	T_o (°C)	T_f (°C)
Luis			
Minling	36.9		36.9
Everleen			
Rodrigo			
Hermes			
Daniel	36.8		35.7
Karol			36.7
Jhonatai			
Sebas	35.8		36.7
Scott	37.0		36.9
Fidel			
Logan	36.8		36.7
Julio	36.2		36.2

Fuente: ANEXOS 8) Club y evidencias

9) Tarjeta arduino y sensores

Ilustración 35: Arduino Uno + cable de datos + case protector



Fuente: ANEXOS 9) Tarjeta arduino y sensores

Elaboración: Propia

Características:

Microcontrolador ATmega328.

Voltaje de entrada 7-12V.

14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).

6 entradas análogas.

32k de memoria Flash.

Reloj de 16MHz de velocidad.

(Electronics, 2018)

Ilustración 36: Módulo MPU6050, Acelerómetro, Giroscopio I2C



Fuente: ANEXOS 9) Tarjeta arduino y sensores

Unidad de medición:

Inercial o IMU (Inertial Measurement Units) de 6 grados de libertad (DoF)

Sensores incorporados:

Acelerómetro y Giroscopio de 3 ejes.

Usos:

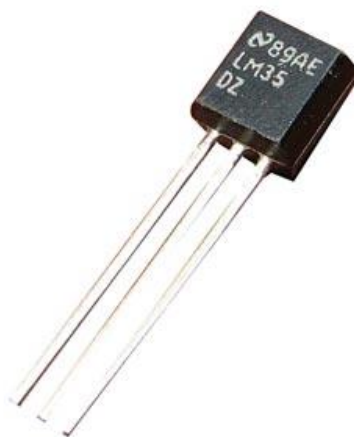
Navegación, goniometría, estabilización, etc.

Rangos por defecto / de fábrica:

- Acelerómetro: -2g a +2g.
- Giroscopio: -250°/sec a +250°/sec.

(SAC., 2018)

Ilustración 37: LM35 Sensor de Temperatura



Fuente: ANEXOS 9) Tarjeta arduino y sensores

Precisión calibrada:

1 °C.

Rango de medición:

-55 °C a 150 °C.

Conversión:

150 °C = +1500 mV.

25°C = +250 mV.

-55 °C = -550 mV.

Diseño:

to-92 similar a un transistor con 3 patas

Pines de izquierda a derecha:

VCC – Vout – GND.

Tensión, rango de detección Precisión:

± 0,4 ° C.

Salida lineal:

10 mV/°C.

Corriente de suministro:

91.5µA.

Baja impedancia de salida:

0.1 Ω con carga de 1 mA.

Rango de Voltaje de alimentación:

4 V a 30 V.

Temperatura de operación:

-55 °C a +150 °C.

Tipo de encapsulado del sensor:

TO-92.

Bajo costo

(DBS, 2015)

10) Matriz de consistencia

Título:

“«SporTTec» Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERÚ TRUJILLO. 2018”

Planteamiento de la realidad problemática:

El juego es indispensable para mejorar el manejo del cuerpo humano y desarrollar habilidades, es una escuela tan importante como influyente para los procesos de crecimiento y desarrollo. (Cabezuelo, y otros, 2016). El tenis de mesa es reconocido como deporte olímpico desde Seúl 1988 (Gómez Lav, y otros, 2015), siendo, actualmente, considerado uno de los deportes más completos al integrar alta velocidad, estrategia, fuerza y resistencia física. (Sánchez Espinoza, 2012). Según el diccionario de la RAE, se define deporte como: “*I. m. Actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas.*” (Real Academia Española), diferenciando éste concepto con el *juego*, ya que el primero implica entrenamiento disciplinado a la perfección técnico/táctica, así como una mayor responsabilidad del jugador sobre sus facultades físicas y su experiencia. (Echeverri Ramos, 2015). El club deportivo BTY PERÚ – Trujillo, fomenta el entrenamiento del deporte en estudio, pero no lleva un análisis detallado de la biomecánica de sus integrantes, teniendo aspectos importantes a medir como la carga y exigencia en trabajos concéntricos, excéntricos, isométricos y polimétricos que pueden influir en la probabilidad de lesiones. (Álvarez Medina, y otros, 2015), (Walker, y otros, 2010) El éxito de un tenimesista está enlazado a la perfección del rendimiento sobre su técnica, relativamente, en un partido ganará el que menos se equivoque. (Lic. Ramón Espartaco, 2013). Hay poca investigación sobre la biomecánica del tenimesista, tal vez porque es difícil hacer un seguimiento preciso durante los partidos, ya que se realizan a gran velocidad, al mismo tiempo que se ejecutan diversas variables. (Desarrollo de una herramienta de observación individual del tenis de mesa, 2012). Arduino es una tecnología de gran alcance gracias a sus diversas características, además, ya se están implementando soluciones con ella para diferentes deportes. (Menacho Anta, 2017).

Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Diseño
¿De qué manera un Sistema Inteligente basado en Arduino influyó en la Técnica de Tenis de Mesa del Club BTY PERÚ – Trujillo en el periodo 2018?	General: Mejorar la técnica de tenis de mesa en el Club BTY, mediante la implementación de un sistema inteligente en arduino.	General: Con la implementación de un sistema inteligente en arduino se mejoró significativamente la técnica de tenis de mesa del Club BTY PERU - Trujillo.	Pre – Experimental: Se usó el método que incluye Pre-Test y Post-Test basados en un solo grupo de prueba; se elaboró una previa medición de la variable dependiente para luego incluir la variable independiente a los tenimesistas, y finalmente volver a medir la primera.
	Específicos: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumentar el porcentaje de buenos movimientos realizados en el entrenamiento. ✓ Reducir la cantidad de movimientos mal realizados en el entrenamiento. ✓ Disminuir la probabilidad de lesiones producto del entrenamiento (degenerativas). ✓ Aumentar la precisión de movimientos técnicos aplicando tecnología Arduino. 	Específicas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ El porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento sin sistema es menor o igual que el porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento con sistema. ➤ La cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento sin sistema es mayor que la cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento con sistema. ➤ La probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento sin sistema es mayor que la probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento con sistema. ➤ La precisión promedia de movimientos técnicos sin sistema es menor o igual que la precisión promedia de movimientos técnicos con sistema. 	

Operacionalización de variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Dependiente Técnica de Tenis de Mesa	Movimientos deportivos según el estilo de juego del tenista en base a buenas prácticas con objetivos competitivos. (Godoy-Izquierdo, y otros, 2009)	Se tomó como foco de estudio a la técnica de TopSpin la cuál es parte de un juego ofensivo y requiere de mayor exigencia con respecto a otros movimientos técnicos.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Porcentaje promedio de buenos movimientos realizados en el entrenamiento. ❖ Cantidad promedio de movimientos mal realizados en el entrenamiento. ❖ Probabilidad promedio de lesiones producto del entrenamiento (degenerativas). ❖ Precisión promedio de movimientos técnicos.
Independiente Sistema Inteligente en Arduino	Sistema similar a la inteligencia humana que influye en un entorno y a la vez es influido por éste a través de estímulos que le permiten regular su interacción mediante retroacción. (Hernández Moreno, y otros, 2000)	Este sistema permitió mejorar la técnica de tenis de mesa del Club BTY PERU – Trujillo.	Pruebas Funcionales.

Referencias consultadas:

1. **Cabezuelo, Gloria y Frontera, Pedro. 2016.** *El desarrollo psicomotor : Desde la infancia hasta la adolescencia.* Madrid : Narcea Ediciones, 2016. 9788427717244. 9788427722378..
2. **Gómez Lay, Carlos Arnulfo Rigel y Vásquez Ferreccio, Alejandro. 2015.** *Centro Administrativo del Deporte Olímpico del Perú.* Lima : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, 2015.
3. **Sánchez Espinoza, Gustavo. 2012.** *Manual Metodológico de Tenis de Mesa para el Mejoramiento de los Síntomas del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) en niños y niñas de 8 a 10 años.* Santiago De Cali : Universidad Del Valle, 2012.
4. **Real Academia Española.** Real Academia Española. *Diccionario de la lengua española.* [En línea] [Citado el: 08 de mayo de 2018.] <http://dle.rae.es/?id=CFEFwiY>.
5. **Echeverri Ramos, José Albeiro. 2015.** Modelos de desarrollo deportivo y factores condicionantes relacionados con el desarrollo del talento deportivo. *VIREF.* Universidad de Antioquia - Instituto Universitario de Educación Física, 2015, Vol. 4, 2.
6. **Álvarez Medina, Javier y Murillo Lorente, Víctor. 2015.** Evolución de la prevención de lesiones en el control del entrenamiento. *Revisión.* s.l. : Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte., 2015.
7. **Walker, Brad y Günther Bell, Mónica. 2010.** *La anatomía de las lesiones deportivas.* Badalona : Editorial Paidotribo, 2010. 9788499100197. 9788499101200..
8. **Lic. Ramón Espartaco, Barba Guzmán. 2013.** *La Metodología del Tenis de Mesa en el Rendimiento Deportivo de los Deportistas de Federación Deportiva de Morona Santiago.* Ambato - Ecuador : UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2013.
9. *Desarrollo de una herramienta de observación individual del tenis de mesa.* **Pradas De la Fuente, Francisco, y otros. 2012.** 255-268, Zaragoza : Journal of Sport and Health Research, 2012, Vol. 4(3). 1989-6239.
10. **Menacho Anta, Cristian. 2017.** *Sensor inalámbrico de velocidad para el Ejercicio de Press de Banca mediante microcontrolador Arduino.* Valencia : Universitat Politècnica de València, 2017.

11) Acta de originalidad UCV según TurnItIn

Ilustración 38: Acta de originalidad

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, **HUGO JOSÉ LUIS ROMERO RUIZ**,
 docente de la Facultad **INGENIERÍA** y Escuela
 Profesional **DE SISTEMAS** de la Universidad César Vallejo **TRUJILLO** (precisar
 filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

" **«SporTTec» Sistema Inteligente en Arduino para mejorar la Técnica de Tenis**
de Mesa del Club BTY PERÚ TRUJILLO, 2018 "

del (de la) estudiante **Everleen Luis Fernando Cabrera Mejía**,
 constato que la investigación tiene un índice de
 similitud de **.12.%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha **Trujillo, 13 de diciembre del 2018**

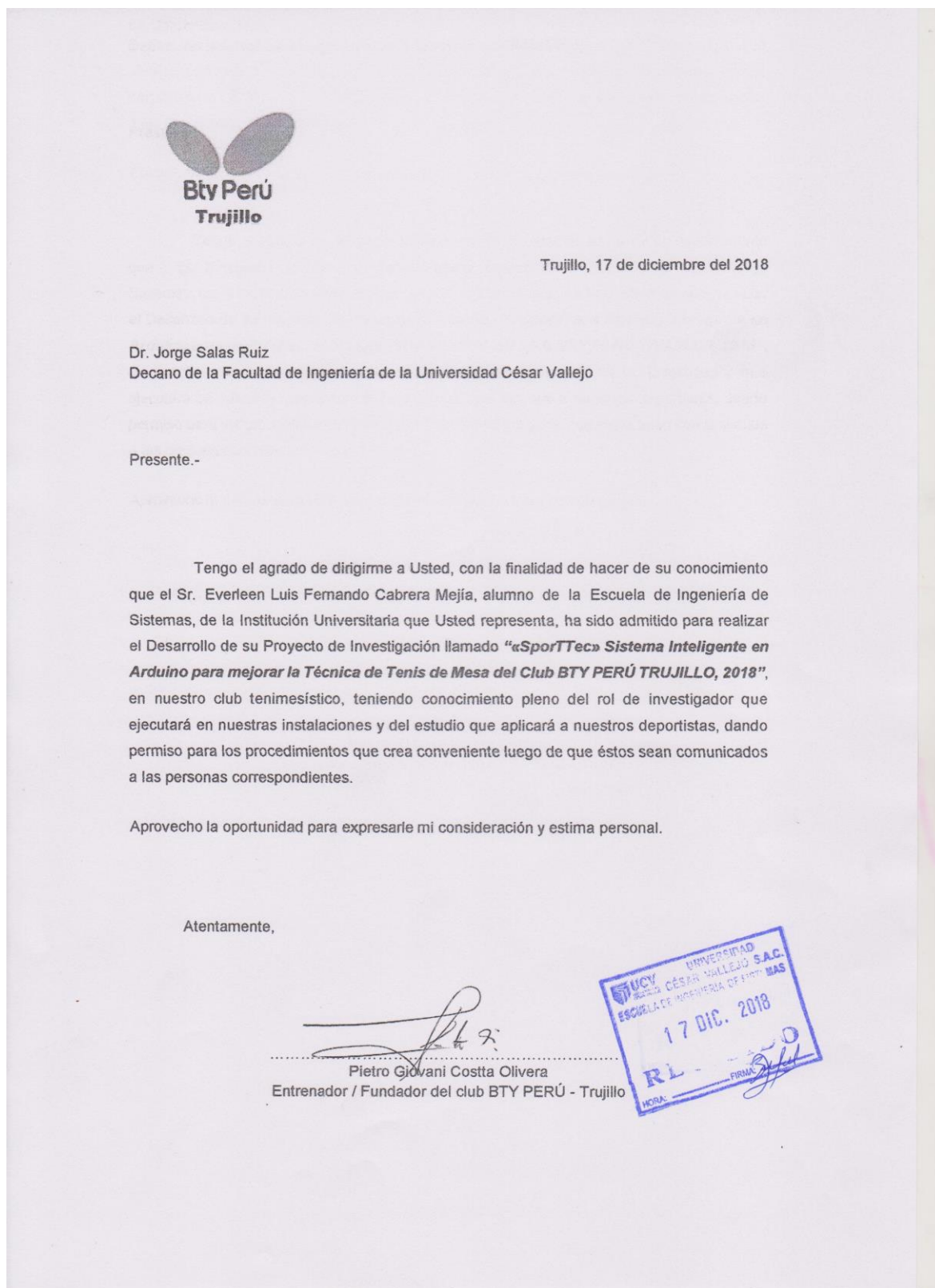

 Firma
 Nombres y apellidos del (de la) docente
HUGO JOSÉ LUIS ROMERO RUIZ
 DNI: **07949449**

 Elaboró	 Dirección de Investigación	 Revisó Representante de la Dirección / Vicedirección de Investigación y Calidad	 Aprobó Rectorado
--	--	--	--

Fuente: ANEXOS 11) Acta de originalidad UCV según TurnItIn

12) Carta de aceptación de desarrollo de tesis BTY

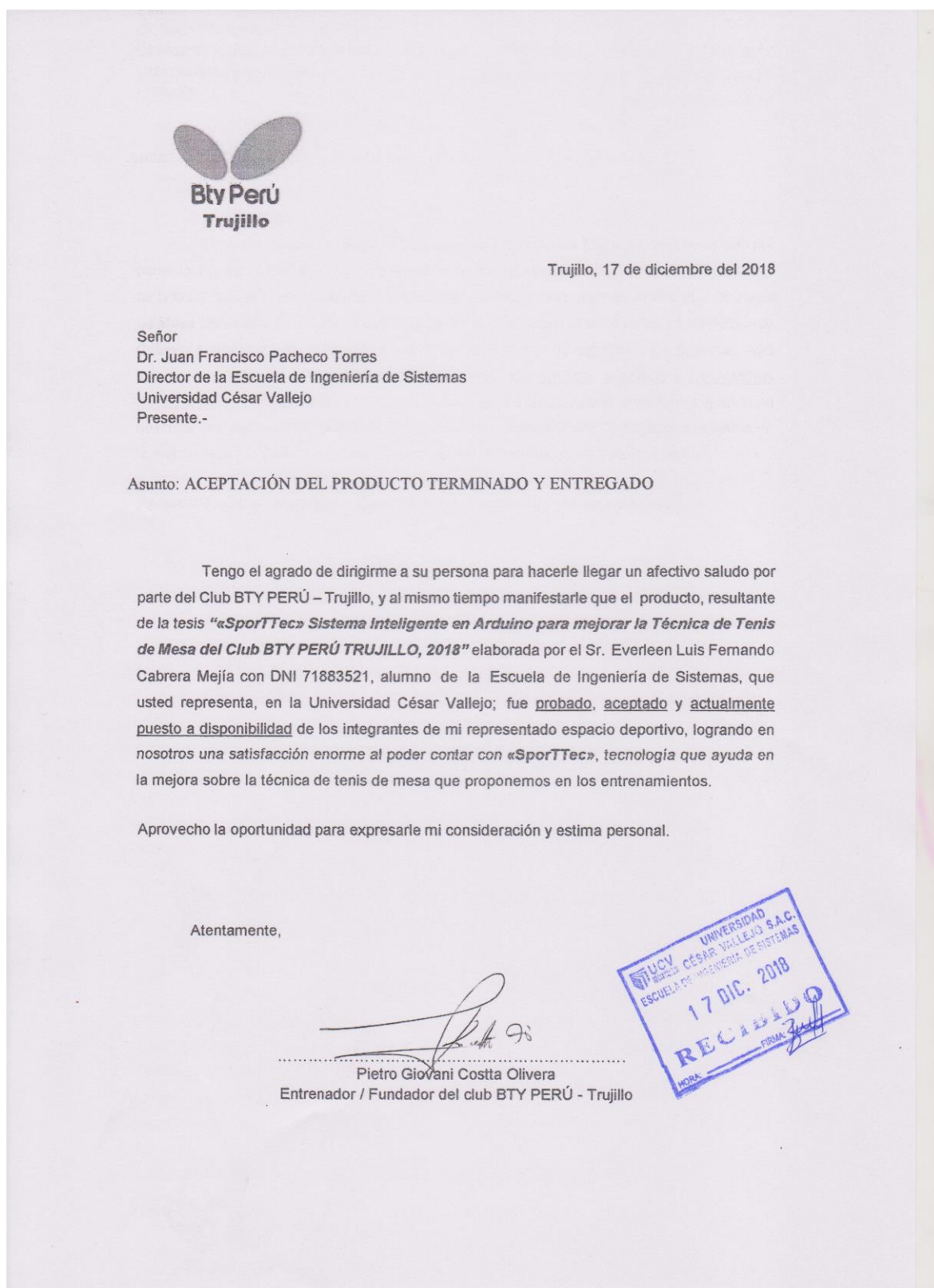
Ilustración 39: Carta de aceptación de DPI



Fuente: ANEXOS 12) Carta de aceptación de desarrollo de tesis BTY

13) Carta de aceptación de producto de tesis

Ilustración 40: Carta de aceptación de producto de tesis



Fuente: ANEXOS 13) Carta de aceptación de producto de tesis

14) Carta de felicitación por parte del club BTY

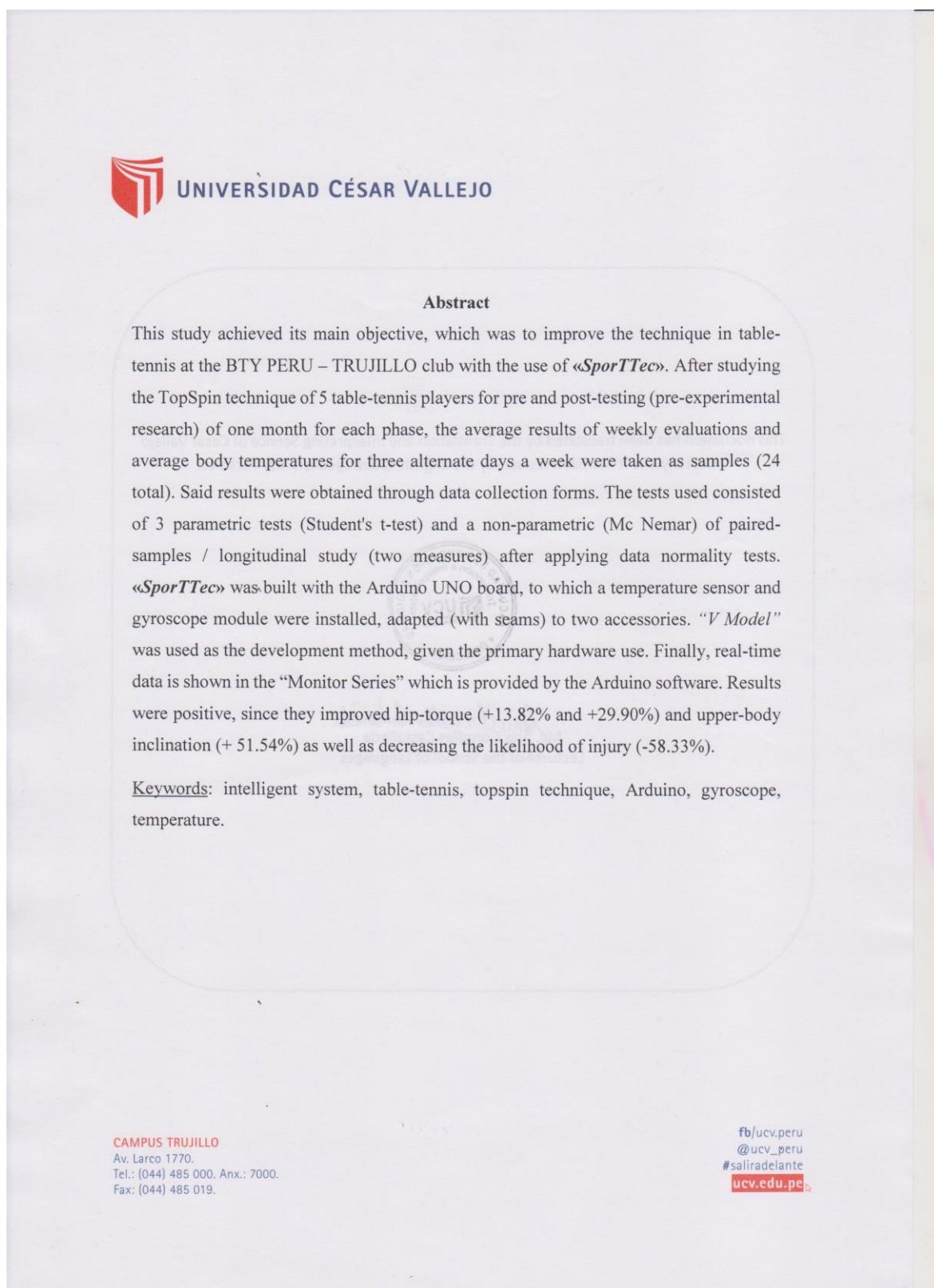
Ilustración 41: Carta de felicitación




Fuente: ANEXOS 14) Carta de felicitación por parte del club BTY

15) Traducción de resumen

Ilustración 42: Traducción de Resumen Parte 1



 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Abstract

This study achieved its main objective, which was to improve the technique in table-tennis at the BTY PERU – TRUJILLO club with the use of «*SportTec*». After studying the TopSpin technique of 5 table-tennis players for pre and post-testing (pre-experimental research) of one month for each phase, the average results of weekly evaluations and average body temperatures for three alternate days a week were taken as samples (24 total). Said results were obtained through data collection forms. The tests used consisted of 3 parametric tests (Student's t-test) and a non-parametric (Mc Nemar) of paired-samples / longitudinal study (two measures) after applying data normality tests. «*SportTec*» was built with the Arduino UNO board, to which a temperature sensor and gyroscope module were installed, adapted (with seams) to two accessories. “*V Model*” was used as the development method, given the primary hardware use. Finally, real-time data is shown in the “Monitor Series” which is provided by the Arduino software. Results were positive, since they improved hip-torque (+13.82% and +29.90%) and upper-body inclination (+ 51.54%) as well as decreasing the likelihood of injury (-58.33%).

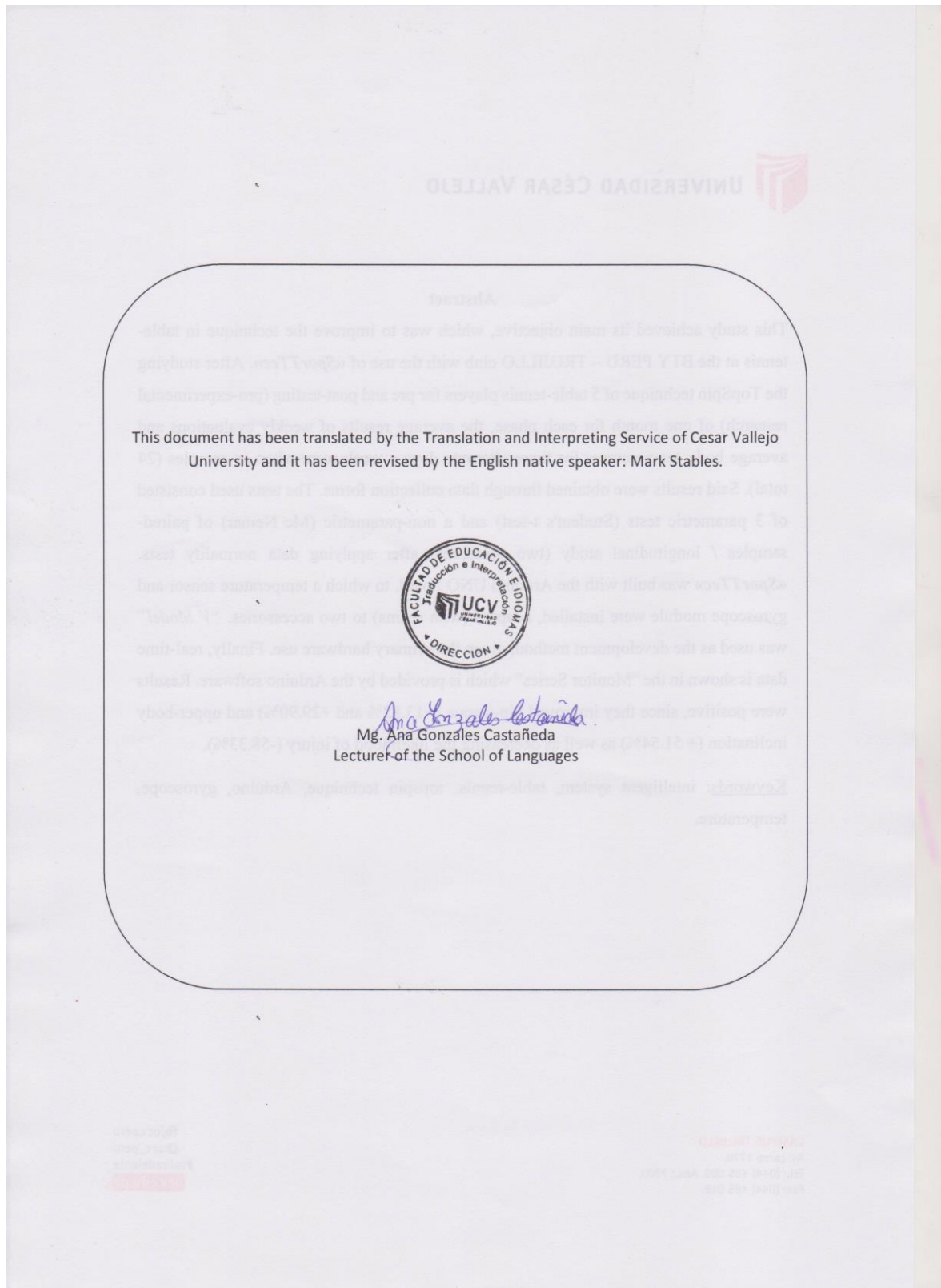
Keywords: intelligent system, table-tennis, topspin technique, Arduino, gyroscope, temperature.

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Fuente: ANEXOS 15) Traducción de Resumen

Ilustración 43: Traducción de Resumen Parte 2



Fuente: ANEXOS 15) Traducción de Resumen

16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

1. Análisis

a. Requerimientos

i. Funcionales

- Obtención de datos.
 - Detectar la inclinación del tren superior del cuerpo.
 - Detectar el giro de la cintura.
 - Detectar la temperatura corporal.
- Muestra de datos.
 - Monitorear la inclinación del tren superior del cuerpo, según el ángulo.
 - Monitorear el giro de la cintura, según un grado mínimo de giro.
 - Monitorear la temperatura corporal en grados centígrados.

ii. No funcionales

- El grado detectado de inclinación del tronco superior debe ser leve.
- El grado detectado de giro de la cintura debe ser considerable.
- Detectar la temperatura corporal en grados centígrados.
- Prender un LED cuando hayan errores de movimientos.
- Prender un LED cuando la temperatura corporal sea menor a la ideal.
- Los accesorios no deben ser pesados.
- Los accesorios no deben estorbar la visibilidad de la pelota en juego.
- Los accesorios no deben interponerse en el movimiento del brazo.
- Los accesorios no deben interponerse en el movimiento de piernas.
- Los datos deben mostrarse en tiempo real.
- Los accesorios no deben generar demasiada presión en el cuerpo.
- Los accesorios no deben generar sudoración excesiva.
- Deben evitarse los ruidos o sonidos en el sistema.
- Los accesorios deben ser de fácil transporte.
- Los accesorios deben ser de rápido uso para evitar demoras.
- Los accesorios deberían ser desmontables para ser lavados.
- No deberían generar demasiados gastos operativos.
- No deberían requerir licencias periódicas de software.

b. Dispositivos para la obtención de datos

i. Hardware

❖ **Arduino UNO**

Ilustración 44: Arduino UNO



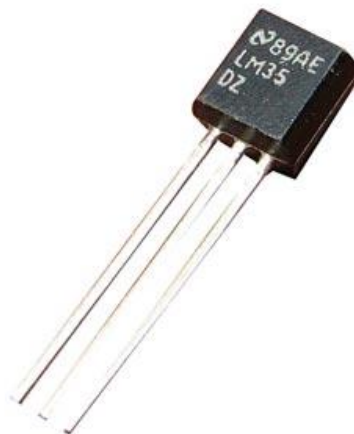
Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Elaboración: Propia

*Características completas en *Anexos 9) Tarjeta arduino y sensores*

❖ **Sensor de temperatura LM35**

Ilustración 45: Sensor de temperatura LM35



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

*Características completas en *Anexos 9) Tarjeta arduino y sensores*

❖ Módulo MPU6050

Ilustración 46: Módulo MPU6050



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
*Características completas en *Anexos 9) Tarjeta arduino y sensores*

❖ Protoboard mini

Ilustración 47: Protoboard mini

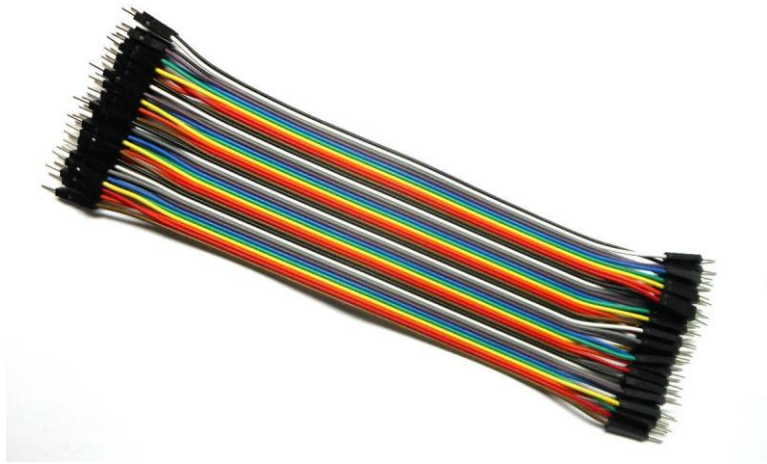


Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Versión mini del protoboard blanco usado comúnmente en proyecto con arduino para facilitar la interconectividad de los diferentes componentes a instalar, al mismo tiempo que reparte energía en carriles internos, cuenta con 170 puntos o puertos

❖ Jumpers o conectores

Ilustración 48: Jumpers o conectores



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Cables con pines (macho) y/o puertos (hembra) ideales para continuar la secuencia eléctrica según el diseño a desarrollar.

❖ Extensión para puerto USB

Ilustración 49: Extensión para puerto USB



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Necesario para la conectividad de la tarjeta hacia la laptop a usarse en el espacio de experimentación.

❖ **Caja con puerto RJ 11**

Ilustración 50: Caja con puerto RJ 11



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Necesaria para la conexión entre los accesorios deportivos ya que usan un cable helicoidal para tal fin.

❖ **Cable helicoidal**

Ilustración 51: Cable helicoidal

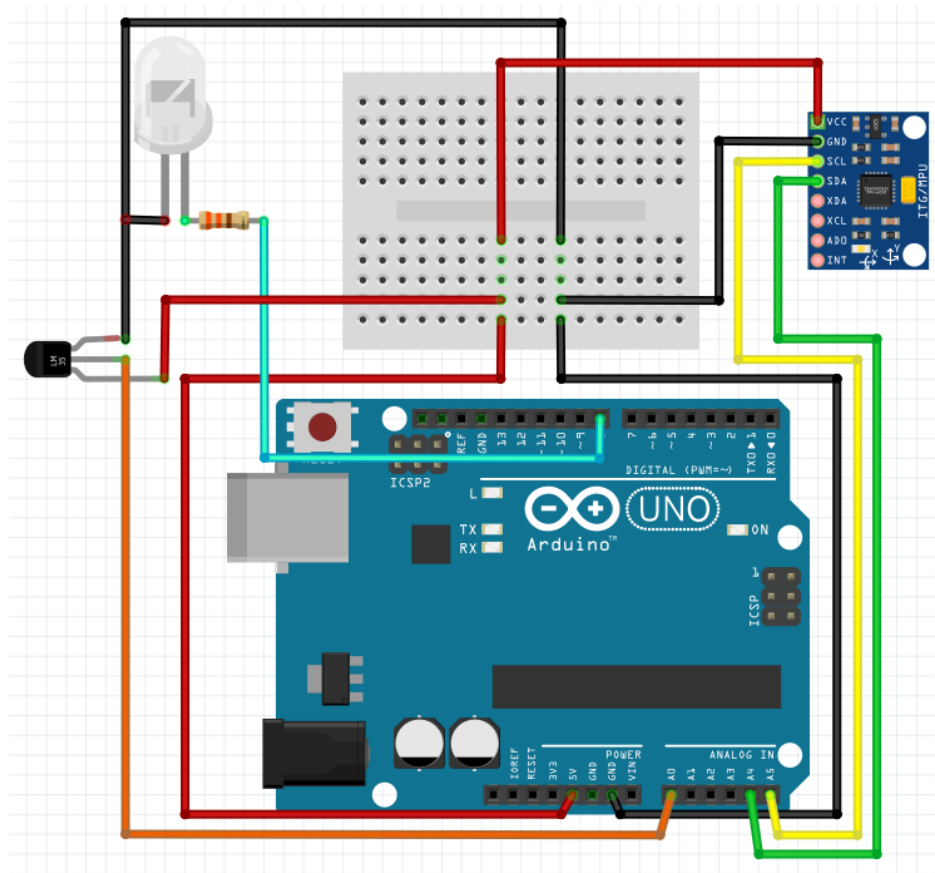


Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Tras una adaptación a los accesorios deportivos, logra la comunicación entre éstos mismos.

c. Arquitectura de los dispositivos
i. Diagrama del prototipo

Ilustración 52: Arquitectura de los dispositivos



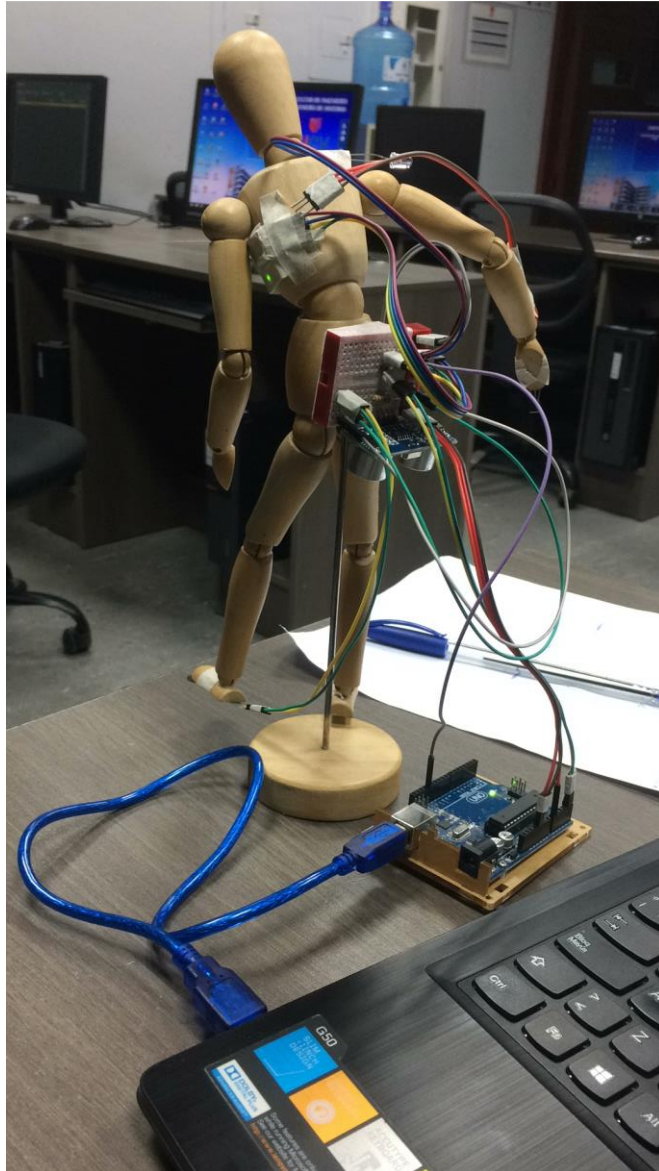
Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Como se puede observar en el diagrama mostrado, es fundamental usar un mini protoboard para conectar diferentes componentes, éste tamaño es ideal para evitar pesos excesivos en el wearable deportivo.

ii. Armado del prototipo

En un primer intento y con el objetivo de conocer las funciones y límites de los sensores, se diseñó un prototipo de exhibición con un muñeco de madera (normalmente para uso de dibujo). Éste fue presentado al club, ante los entrenadores y miembros deportistas y lograr una mejor recopilación de requerimientos.

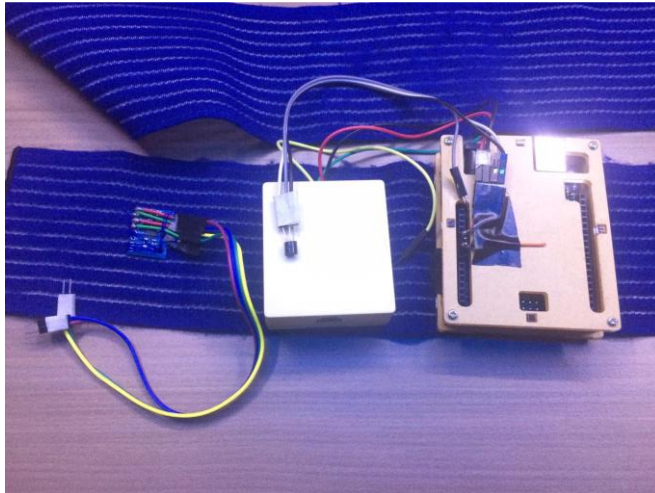
Ilustración 53: Prototipo 1



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Luego, teniendo en cuenta los requerimientos y conociendo el despliegue de cada sensor, se logró armar un producto wearable con accesorios deportivos como son la faja y la muñequera.

Ilustración 54: Accesorio 1 Prototipo 2



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Ilustración 55: Accesorio 2 Prototipo 2



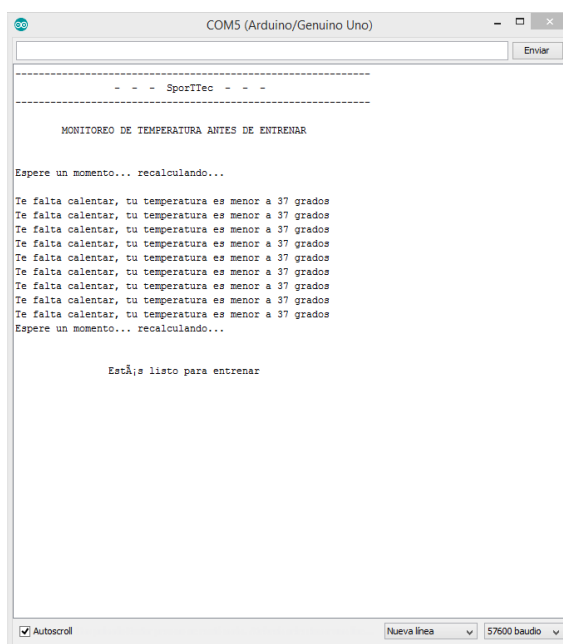
Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

iii. Prueba de sensores

❖ Prueba del sensor LM35

Para la prueba del sensor LM35, se tuvo en cuenta que los requerimientos exigían monitorear la temperatura corporal de los tenimesistas, para que éstos puedan jugar tras pasar los 37°C y evitar lesiones.

Ilustración 56: Pruebas del sensor LM35



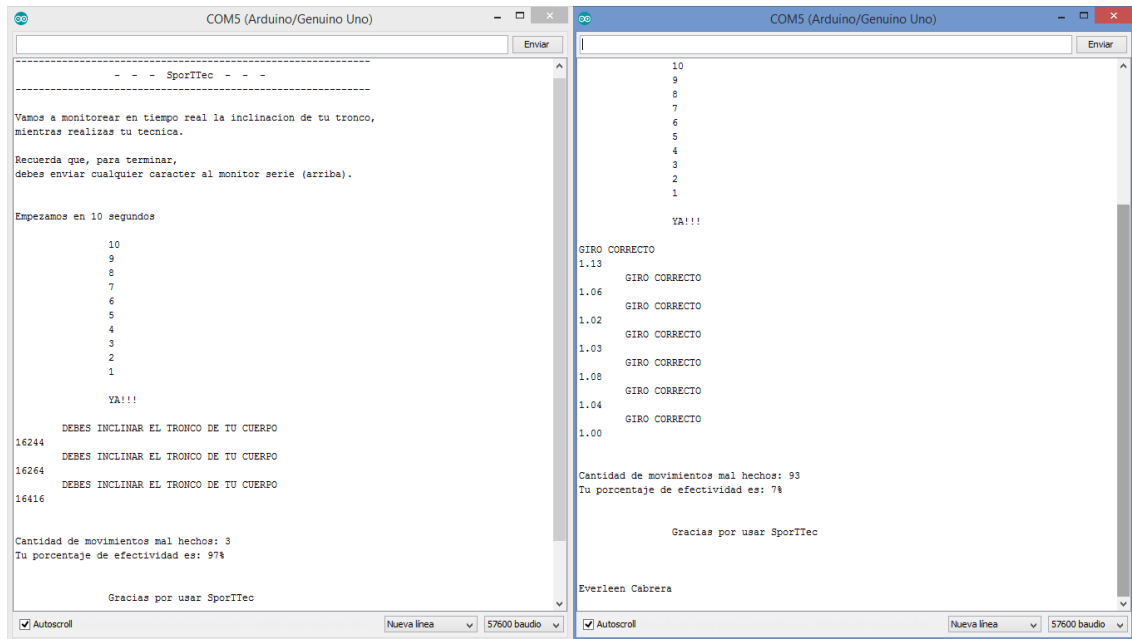
Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Así, se logró registrar temperaturas en tiempo real y tras obtener los datos, se llegó a mostrar mensajes correspondientes para los jugadores de tenis de mesa en fase de calentamiento.

❖ Prueba del módulo MPU6050

El módulo MPU6050 cuenta con Giroscopio y Acelerómetro, por lo que se aprovechó el uso de ambas características para lograr medir diferentes acciones biomecánicas.

Ilustración 57: Pruebas del módulo MPU6050



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

De ésta manera obtuvimos datos con respecto a la inclinación del tren superior y al giro de la cintura, para una adecuada ejecución de la técnica de tenis de mesa TopSpin.

2. Diseño

a. Interfaces

Al tratarse del IDE de Arduino, manejamos las interfaces que nos ofrece su entorno de desarrollo, obteniendo las siguientes capturas:

Ilustración 58: Interface para inclinacion del tren superior



```
Inclinaci_n_del_tren_superior Arduino 1.6.10 Hourly Build 2016/05/31 11:33
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

/*
 El siguiente código permitirá monitorear la inclinación del
 tren superior del tronco del deportista en evaluación
 */
// Librerías necesarias para usar el giroscopio mpu6050
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"

// Declaramos la variable del sensor
MPU6050 sensor;

// Almacenamos datos en crudo del acelerometro y del giroscopio en los ejes x,y,z
// Para velocidad y aceleración
int ax, ay, az;
int vx, vy, vz;

//Declaramos al LED
const int LED=8;

void setup()
{
  pinMode(LED,OUTPUT); // Se inicializa el LED
  Serial.begin(57600); // Se inicia el puerto serial
  Wire.begin(); // Se inicia la librería I2C
  sensor.initialize(); // Se inicia el sensor MPU6050

  if (sensor.testConnection())
  {
    Subido
    El Sketch usa 6.312 bytes (19%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32.25
    Las variables Globales usan 547 bytes (26%) de la memoria dinámica, dejando 1.501 bytes para
    7 Arduino/Genuino Uno en COM5
```

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”

Elaboración: Propia

Al haber abierto el programa, simplemente se pasa a ejecutar el código con la combinación de teclas:

Ctrl. + U

Inmediatamente abrimos el Monitor Serie con la combinación de teclas:

Ctrl. + Shift + M

Ilustración 59: Interface para giro de cadera



```

Giro_de_Cadera_V4
Serial.print(gx_deg_s); Serial.print("\t");
Serial.print(gy_deg_s); Serial.print("\t");
Serial.println(gz_deg_s);

delay(100);
*/

// Espera un caracter para terminar
if (Serial.available())
{
    MET=100-CONT;

    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.print("Cantidad de movimientos mal hechos: ");
    Serial.println(MET);
    Serial.print("Tu porcentaje de efectividad es: ");
    Serial.print(CONT);
    Serial.println("%");
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.print("\t");Serial.print("\t");Serial.println("Gracias por usar SporITec");
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println();
    Serial.println("Everleen Cabrera");
    Serial.end();
}
}

```

Subido

El Sketch usa 8.948 bytes (27%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32.255 bytes.
Las variables Globales usan 891 bytes (43%) de la memoria dinámica, dejando 1.157 bytes para las variables locales (stack). La memoria máxima disponible es 2.048 bytes.

151 Arduino/Genuino Uno en COM5

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Al haber abierto el programa, simplemente se pasa a ejecutar el código con la combinación de teclas:

Ctrl. + U

Inmediatamente abrimos el Monitor Serie con la combinación de teclas:

Ctrl. + Shift + M

Ilustración 60: Interface para temperatura corporal



```
Temperatura_Corporal_V3 Arduino 1.6.10 Hourly Build 2016/05/31 11:33
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Temperatura_Corporal_V3 $

/*
  Temperatura corporal
*/

//Control temperatura
int analogPin = 0; // Pin analogico 0 para Sensor
float temperature = 0.0;
int grados, decimas;
int lm35read, tmedia;
int val,cnt;

//Declaramos al LED
const int LED=8;

void setup()
{
  // Iniciamos comunicacion serie
  Serial.begin(57600);

  //Inicializamos el LED
  pinMode(LED,OUTPUT);

  for (int i=0; i <= 60; i++)
  {
    Serial.print("-");delay(5);
  }
  Serial.println("");
}

Subido

El Sketch usa 4.850 bytes (15%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32.25
Las variables Globales usan 402 bytes (19%) de la memoria dinámica, dejando 1.646 bytes para
113 Arduino/Genuino Uno en COM5
```

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Al haber abierto el programa, simplemente se pasa a ejecutar el código con la combinación de teclas:

Ctrl. + U

Inmediatamente abrimos el Monitor Serie con la combinación de teclas:

Ctrl. + Shift + M

3. Codificación

a. Sensor de temperatura

i. Temperatura corporal en tiempo real

```
/*
  Temperatura corporal
*/

//Control temperatura
int analogPin = 0; // Pin analogico 0 para Sensor
float temperature = 0.0;
int grados, decimas;
int lm35read, tmedia;
int val,cnt;

//Declaramos al LED
const int LED=8;

void setup()
{
  // Iniciamos comunicacion serie
  Serial.begin(57600);

  //Inicializamos el LED
  pinMode(LED,OUTPUT);

  for (int i=0; i <= 60; i++)
  {
    Serial.print("-");delay(5);
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("\t");Serial.print("\t");
  Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);
  Serial.print(" SporTTec ");delay(500);
  Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print("\n");delay(500);
  for (int i=0; i <= 60; i++)
  {
    Serial.print("-");delay(20);
  }
  Serial.println("");Serial.println("");
```

```

Serial.print("\t");Serial.println("MONITOREO DE
TEMPERATURA ANTES DE ENTRENAR");
Serial.println("");Serial.println("");
delay(1000);
}

void loop()
{
    ...
}

```

b. Módulo giroscopio

i. Giro de cintura

```

/*
    El siguiente código permitirá contar la cantidad de
    movimientos buenos del deportista en evaluación
*/
// Librerías necesarias para usar el giroscopio mpu6050
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"

// Declaramos la variable del sensor
MPU6050 sensor;

// Declaramos variable contadora y de Malas Ejecuciones Totales
int CONT = 0;
int MET = 0;

// Almacenamos datos en crudo del acelerometro y del giroscopio en
los ejes x,y,z
// Para velocidad y aceleración
int ax, ay, az;
int gx, gy, gz;

//Declaramos al LED
const int LED = 8;

void setup()
{
    Serial.begin(57600); //Iniciando puerto serial
    Wire.begin();       //Iniciando I2C
}

```

```

sensor.initialize(); //Iniciando el sensor

if (sensor.testConnection())
{
  for (int i=0; i <= 60; i++)
  {
    Serial.print("-");delay(5);
  }
  Serial.println("");
  Serial.print("\t");Serial.print("\t");
  Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" -
");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);
  Serial.print(" SporTTec ");delay(500);
  Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" -
");delay(500);Serial.println(" - ");delay(500);
  for (int i=0; i <= 60; i++)
  {
    Serial.print("-");delay(20);
  }
  delay(1000);
  Serial.println("");Serial.println("");
  delay(500);
  Serial.println("Vamos a monitorear en tiempo real el giro de tu
cintura,");
  delay(3000);
  Serial.println("mientras realizas tu tecnica.");
  delay(5000);
  Serial.println("");
  delay(500);
  Serial.println("Recuerda que, para terminar,");
  delay(3000);
  Serial.println("debes enviar cualquier caracter al monitor serie
(arriba).");
  delay(6000);
  Serial.println("");Serial.println("");
  Serial.println("Empezamos en 10 segundos");
  Serial.println("");
  delay(1000);
  for (int i=10; i >= 1; i--)
  {
    Serial.print("\t");Serial.print("\t");Serial.println(i);
    delay(1500);
  }
}

```

```

    }
    Serial.println("");
    Serial.print("\t");Serial.print("\t");Serial.println("YA!!!");
    Serial.println("");
  }
  else
  {
    Serial.println("Ha ocurrido un error al iniciar el sensor");
    delay(500);
    Serial.println("Pongase en contacto con el Area de
Investigacion");
    delay(500);
  }
}

void loop()
{
  ...
}

```

ii. Inclinación del tren superior

```

/*
  El siguiente código permitirá monitorear la inclinación del
  tren superior del tronco del deportista en evaluación
*/
// Librerías necesarias para usar el giroscopio mpu6050
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"
#include "Wire.h"

// Declaramos la variable del sensor
MPU6050 sensor;

// Declaramos variable contadora de Malas Ejecuciones de Técnica y
Efectividad
int MET = 0;
int EFE = 0;

// Almacenamos datos en crudo del acelerometro y del giroscopio en
los ejes x,y,z
// Para velocidad y aceleración
int ax, ay, az;

```

```

int vx, vy, vz;

//Declaramos al LED
const int LED=8;

void setup()
{
  pinMode(LED,OUTPUT); // Se inicializa el LED
  Serial.begin(57600); // Se inicia el puerto serial
  Wire.begin(); // Se inicia la librería I2C
  sensor.initialize(); // Se inicia el sensor MPU6050

  if (sensor.testConnection())
  {
    for (int i=0; i <= 60; i++)
    {
      Serial.print("-");delay(5);
    }
    Serial.println("");
    Serial.print("\t");Serial.print("\t");
    Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);
    Serial.print(" SporTTec ");delay(500);
    Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);Serial.print(" - ");delay(500);
    for (int i=0; i <= 60; i++)
    {
      Serial.print("-");delay(20);
    }
    delay(1000);
    Serial.println("");Serial.println("");
    delay(500);
    Serial.println("Vamos a monitorear en tiempo real la inclinacion de tu tronco,");
    delay(3000);
    Serial.println("mientras realizas tu tecnica.");
    delay(5000);
    Serial.println("");
    delay(500);
    Serial.println("Recuerda que, para terminar,");
    delay(3000);
  }
}

```

```

        Serial.println("debes enviar cualquier caracter al monitor serie
(arriba).");
        delay(6000);
        Serial.println("");Serial.println("");
        Serial.println("Empezamos en 10 segundos");
        Serial.println("");
        delay(1000);
        for (int i=10; i >= 1; i--)
        {
            Serial.print("\t");Serial.print("\t");Serial.println(i);
            delay(1500);
        }
        Serial.println("");
        Serial.print("\t");Serial.print("\t");Serial.println("YA!!!");
        Serial.println("");
    }
    else
    {
        Serial.println("Ha ocurrido un error al iniciar el sensor");
        delay(500);
        Serial.println("Pongase en contacto con el Area de
Investigacion");
        delay(500);
    }
}

void loop()
{
    ...
}

```

4. Integración

a. Pruebas funcionales

i. Ejecución de código para temperatura corporal

Al ejecutar el código anteriormente documento, obtenemos los siguientes datos:

Ilustración 61: Prueba 1

MONITOREO DE TEMPERATURA ANTES DE ENTRENAR

Espere un momento... recalculando...

Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Te falta calentar, tu temperatura es menor a 37 grados
Espere un momento... recalculando...

Estás listo para entrenar

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

i. Ejecución de código para giro de cintura

Al ejecutar el código anteriormente documento, obtenemos los siguientes datos:

```
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
YA!!!

GIRO CORRECTO
1.13      GIRO CORRECTO
1.06      GIRO CORRECTO
1.02      GIRO CORRECTO
1.03      GIRO CORRECTO
1.08      GIRO CORRECTO
1.04      GIRO CORRECTO
1.00

Cantidad de movimientos mal hechos: 93
Tu porcentaje de efectividad es: 7%

Gracias por usar SportTec

Everleen Cabrera
```

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

i. Ejecución de código para inclinación del tren superior

Al ejecutar el código anteriormente documentado, obtenemos los siguientes datos:

```
-----  
- - - SporTTec - - -  
-----  
  
Vamos a monitorear en tiempo real la inclinacion de tu tronco,  
mientras realizas tu tecnica.  
  
Recuerda que, para terminar,  
debes enviar cualquier caracter al monitor serie (arriba).  
  
Empezamos en 10 segundos  
  
10  
9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1  
  
YA!!!  
  
DEBES INCLINAR EL TRONCO DE TU CUERPO  
16244 DEBES INCLINAR EL TRONCO DE TU CUERPO  
16264 DEBES INCLINAR EL TRONCO DE TU CUERPO  
16416  
  
Cantidad de movimientos mal hechos: 3  
Tu porcentaje de efectividad es: 97%  
  
Gracias por usar SporTTec
```

Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

5. Explotación

a. Pruebas de usabilidad

Ilustración 62: Kaori Adriana Rodríguez Aurazi usando SporTTec



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

Ilustración 63: Daniel Fernando Castro Otero usando SporTTec



Fuente: ANEXOS 16) Método de desarrollo: “Ciclo de vida en V”
Elaboración: Propia

17) Logos SporTTec

Ilustración 64: Banner 1



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec

Elaboración: Propia

Ilustración 65: Banner 2



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec

Elaboración: Propia

Ilustración 66: Abreviación 1



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec

Elaboración: Propia

Ilustración 67: Abreviación 2



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec

Elaboración: Propia

Ilustración 68: Logo



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec
Elaboración: Propia

Ilustración 69: Banner en inglés 1



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec
Elaboración: Propia

Ilustración 70: Banner en inglés 2



Fuente: ANEXOS 17) Logos SporTTec
Elaboración: Propia